This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

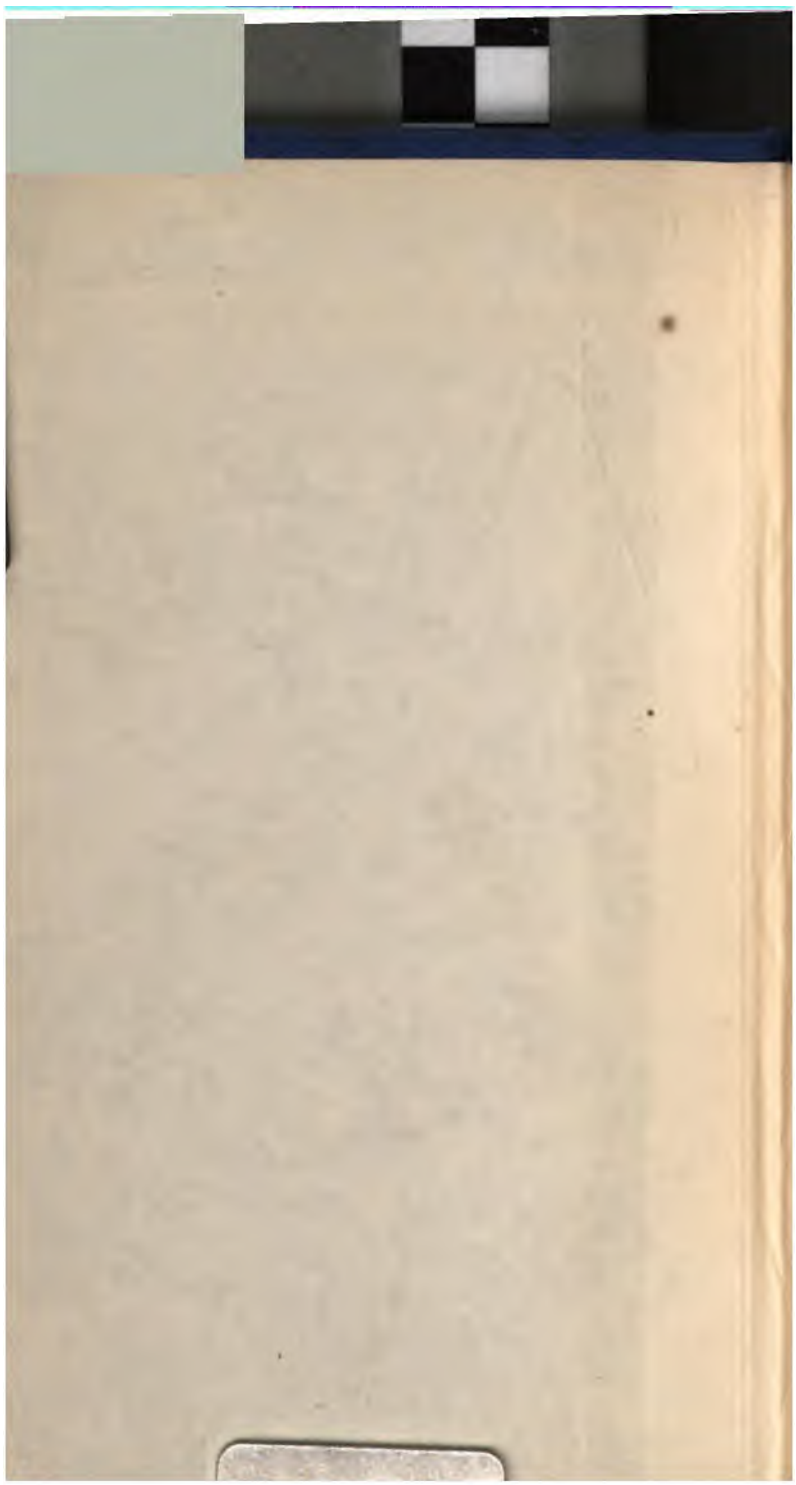
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

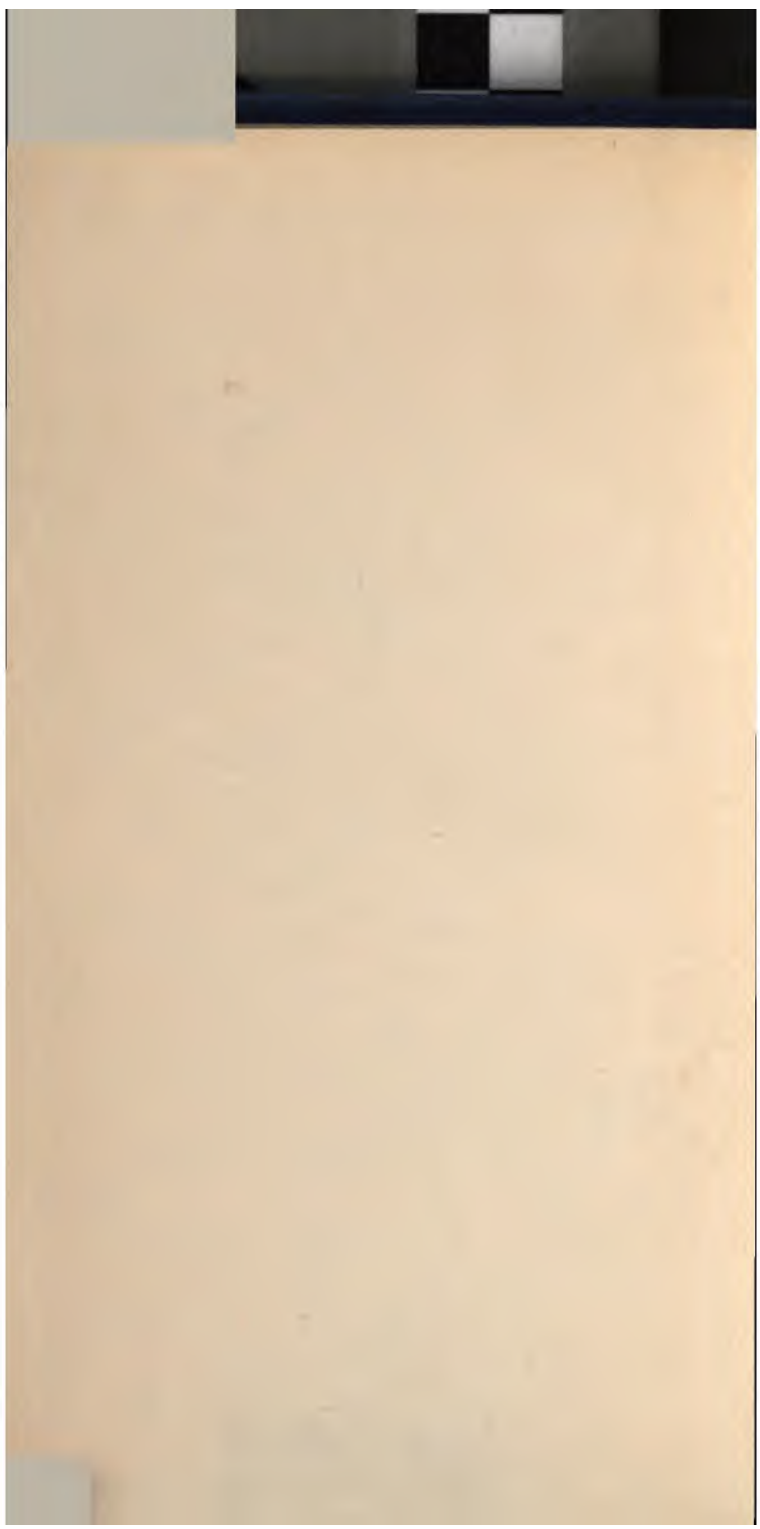
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

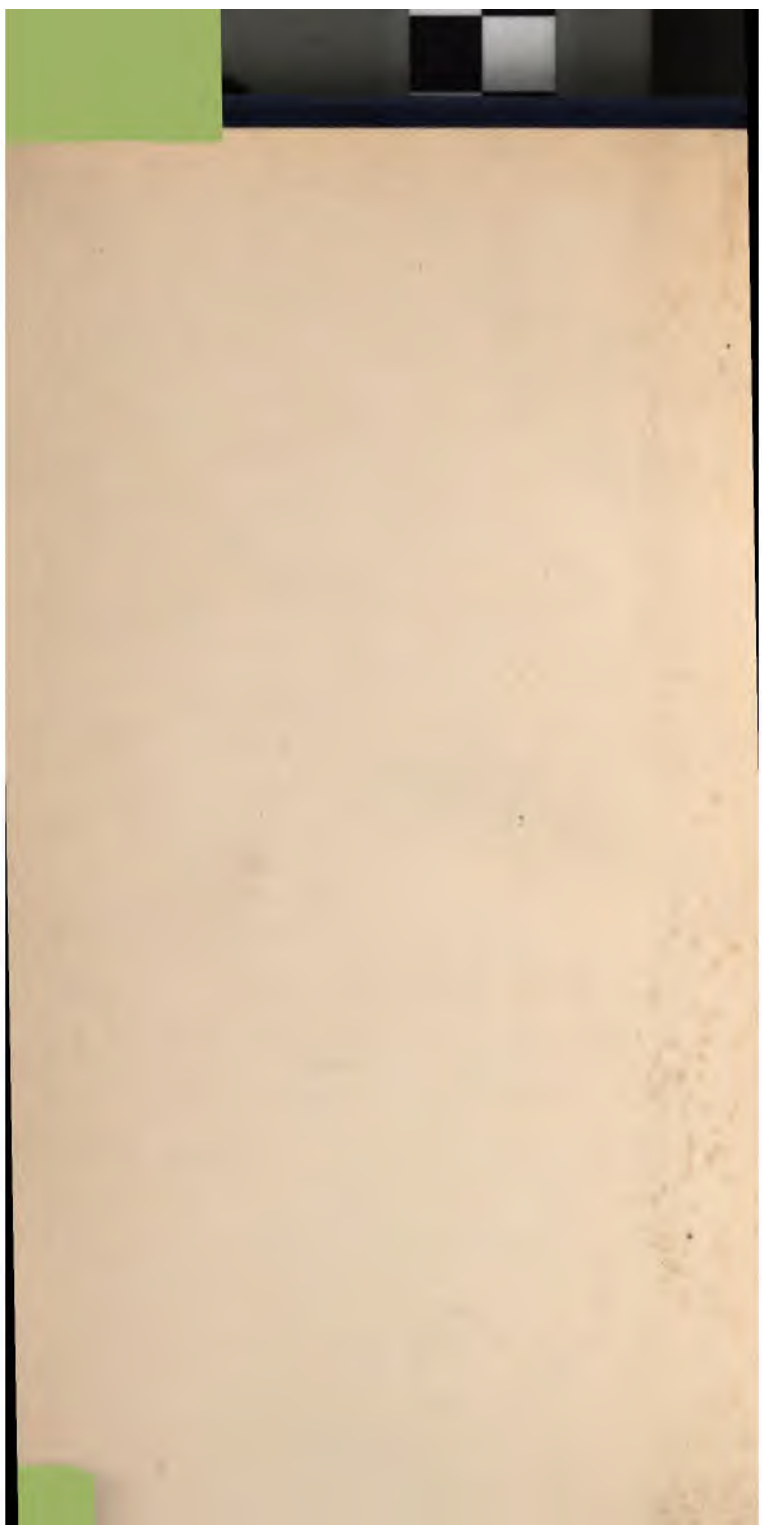
**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275288 0







# ANNALEN

DER

# PHYSIK

UND

# CHEMIE.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWÖLFTER BAND.

DER GANZEN FOLGE ACHTUNDACHTZIGSTER.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1828.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

# Inhalt

des Bandes XII. der Annalen der Physik und Chemie.

## Erstes Stück.


Seite

I. Ueber die Veränderungen, welche in dem chemischen Mineralsysteme durch die Eigenschaft der isomorphen Körper, einander in unbestimmten Verhältnissen zu ersetzen, nothwendig geworden sind; von J. J. Berzelius. . . . . 1

II. Ueber die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten; von den HH. Colladon und Sturm aus Genf. . . . . 39

1. Messungen über die Gröfse der Zusammendrückbarkeit des Glases und mehrerer Flüssigkeiten. . . . 42

III. Ueber die unterphosphorichtsauren Salze; von Heinrich Rose. . . . . 77

IV. Ueber die Bildung des Schwefeläthers, von den HH. Dumas und Boullay d. j. . . . . 93

V. Ueber einige neu entdeckte geognostische Erscheinungen in der norddeutschen Ebene; von Friedrich Hoffmann. . 109

VI. Untersuchungen über die Vertheilung des freien Magnetismus in Magnetstäben; von T. A. Kupffer. . . . . 121

VII. Ueber die Zusammensetzung des Haytorits; von F. Wöhler. 136

VIII. Ueber die Krystallform und Zusammensetzung der schwefelsauren, selensauren und chromsauren Salze; von E. Mitscherlich. . . . . 137

IX. Von einigen durch Drücken und Spalten der Krystalle hervorgebrachten elektrischen Erscheinungen; von Hrn. Becquerel. . . . . 147

Seite

X. Ob das Tellur metallisch in concentrirter Schwefelsäure gelöst enthalten seyn könne; von N. W. Fischer. . . 153

XI. Ueber den Datolith von Andreasberg; von den HH. Hofr. Hausmann und Stromeyer. . . . . 155

XII. Bemerkungen in Bezug auf die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten; von J. C. Oersted. . . . . 158

XIII. Ueber die Reduction des Arseniks aus Schwefelarsenik bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen. . . . . 159

## Zweites Stück.

I. Ueber die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten; von den HH. Colladon und Sturm aus Genf. (Beschluſs.)

2. Wärmeentwicklung beim Zusammendrücken der Flüssigkeiten. S. 161. — 3. Untersuchung über den Einfluſs der Zusammendrückung auf die Leitung der Elektricität. S. 166. — 4. Geschwindigkeit des Schalls in Flüssigkeiten. S. 171. — Bemerkungen über die Natur des Schalls in Wasser. S. 186.

Nachtrag. Galy-Cazalat, über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten. S. 189. — Despretz, über das Mariottesche Gesetz. S. 193. — Morosi, über die Wärmeentwicklung durch Reiben. S. 194.

II. Ueber das Licht; von Hrn. Fresnel.

Von den Farbenringen. S. 197. — Von der Reflexion. S. 203. — Von der Refraction. S. 211. — Von der doppelten Refraction und der Polarisation. S. 217.

III. Zerlegung einiger vegetabilischen Substanzen; von Hrn. Marcet. . . . . 249

IV. Neue Bereitungsart des Silberoxyd-Ammoniaks. . . . . 252

V. Ueber künstliche Bildung von Harnstoff; von F. Wöhler. 253

VI. Versuch über einige stickstoffoxydsaure Salze; von Dr. Herrmann Heſs in Irkutzk. . . . . 257

VII. Ueber die Zusammensetzung einiger organischen Substanzen; von William Prout. . . . . 263

Seite

VIII. Ueber einen besonderen Fall von dauernder Einwirkung, welche die chemischen Eigenschaften eines Metalls noch lange nach dessen Berührung mit einem andern Metalle erleiden; von A. van Beek in Utrecht. . . . . 274

IX. Ueber das Leitvermögen verschiedener Metalle für die Elektricität; von W. Harris. . . . . 279

X. Ueber das Wärmeleitungs-Leitvermögen der vorzüglichsten Metalle und einiger erdigen Substanzen; von Hrn. Despretz. . . . . 281

XI. Ueber einen dem Goldpurpur ähnlichen Silberniederschlag; von G. Frick. . . . . 285

XII. Ueber die unterphosphorichtsauren Salze; von Heinrich Rose. (Schlufs.) . . . . . 288

XIII. Ueber die allgemeinen Gesetze der stündlichen Schwankungen des Barometers; von Alexander v. Humboldt. 299

XIV. Ueber den Einfluſs des Mondes auf die Verminderung des Drucks der Atmosphäre; von Hrn. Flaugergues. . 308

XV. Besondere Erscheinung beim Wasserdampf im Dampferzeuger der Perkins'schen Maschine. . . . . 316

XVI. Fernere Bestätigungen des Einflusses der Nordlichter auf die Magnetnadel; von Hrn. Arago. . . . . 320

XVII. Beobachtung einer Störung der Magnetnadel bei der am 23. Februar 1828 in den Rheingegenden verspürten Erderschütterung. . . . . 328

XVIII. Ueber den Isopyr, eine neue Mineralspecies; von Wilhelm Haidinger. . . . . 332

XIX. Chemische Untersuchung des Isopyrs; vom Dr. Edward Turner. . . . . 334

XX. Ueber die natürliche Naphthaline. . . . . 336

## Drittes Stück.

I. Auszug aus einer der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlung über die Länge des einfachen Secundenpendels in Königsberg; von F. W. Bessel. 337

Seite

II. Zusätze zu der Abhandlung: Von dem in allen Metallen durch Vertheilung zu erregenden Magnetismus; von T. J. Seebeck . . . . . 352

III. Ueber das Licht; von Hrn. Fresnel. (Schluſs.) Färbung der Krystallblättchen. S. 366. — Modification, welche die Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt. S. 390. — Chemische Wirkung des Lichts. S. 395.

IV. Ueber den mittleren Barometerstand am Meere unter den Tropen; von Alexander v. Humboldt . . . . . 399

V. Einige Bemerkungen über Quellen-Temperatur; von Leopold v. Buch . . . . . 403

VI. Einige Bemerkungen über den Bernstein; von J. J. Berzelius . . . . . 419

VII. Untersuchung über die zusammengesetzten Aetherarten; von den HH. Dumas und Boullay d. j. . . . . 430

VIII. Octaëdrischer Borax . . . . . 462

IX. Beobachtungen über die Ausdehnung des Meerwassers zwischen +8° und —3° R.; von G. A. Erman d. j. . . 463

X. Ueber die Anziehung zwischen gleichartig und ungleichartig elektrisirten Leitern; vom Prof. Strehlke . . . . . 478

XI. Ueber die Bereitung einer reinen Titansäure; von Heinrich Rose . . . . . 479

XII. Neue Bereitungsart des Jodwasserstoffsäure-Gases; von Hrn. F. d'Arcet . . . . . 482

XIII. Ueber einige neue Formen des regulären Krystallisationssystems; von Gustav Rose . . . . . 483

XIV. Ueber den Botryogen oder den rothen Eisenvitriol von Fahlun; von Wilhelm Haidinger . . . . . 491

XV. Ueber die Krystallform des Dichroits; von F. Tamnau. 495

XVI. Zweiter Nachtrag zu dem Aufsatz über die Metallreductionen auf nassem Wege; von N. W. Fischer . . . . 499

XVII. Vulcanische Hebungen in den Molucken . . . . . 506

XVIII. Notiz über die warmen Quellen in den Alpen und Pyrenäen . . . . . 511

Seite

XIX. Ueber die Zusammendrückung des Wassers in Gefäßen von verschiedener Zusammendrückbarkeit; von J. C. Oersted. . . . . 513

XX. Ueber die Ausziehung elastischer Drähte und Platten; von Hrn. Poisson. . . . . 516

XXI. Auszug aus einer Arbeit über die bei der Verbrennung entwickelte Wärme; von Hrn. C. Despretz. . . . . 519

XXII. Ueber die Verbrennung unter verschiedenem Drucke; von Hrn. C. Despretz. . . . . 520

XXIII. Zerlegung eines pulverförmigen Minerals; von Trolle-Wachtmeister. . . . . 521

XXIV. Ueber ein Mittel zur Messung mehrerer chemischen Actionen; von Hrn. Babinet. . . . . 523

XXV. Methode, Baryt von Strontian zu unterscheiden. . . . 526

XXVI. Krystallform der Hämatine. . . . . 526

XXVII. Erwiederung auf Hrn. Dr. Grunert's Abhandlung; vom Bergcommissionsrath von Busse. . . . . 527

## Viertes Stück.

I. Ueber die bleichende Verbindung des Chlors mit den Basen; von J. J. Berzelius. . . . . 529

II. Ueber das Verhalten des Phosphors zu den Alkalien und alkalischen Erden; von Heinrich Rose. . . . . 543

III. Verzeichniß von Erdbeben, vulcanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre 1821; dritte Abtheilung. Von K. von Hoff. . . . . 555

IV. Ueber einen merkwürdigen Wetterschlag auf den Leuchtthurm zu Genua; von F. Kries. . . . . 585

V. Einige Bemerkungen über das Gesetz der elektrischen Abstoßung; von P. N. C. Egen. . . . . 595

VI. Ueber die Erscheinung der Farbenringe; von A. Fresnel. 599

VII. Ueber die Gewinnung des Jods. . . . . 604

VIII. Bemerkungen über die Vulcane der Insel Java. . . . . 605

Seite

IX. Neue Untersuchungen über die Endosmose und Exosmose; von Hrn. Dutrochet. . . . . 617

X. Ueber die magnetischen Actionen, die unter dem Einflusse sehr starker Magnetstäbe in allen Körpern erregt werden; von Hrn. Becquerel. . . . . 622

XI. Bemerkungen über Weinöl, Oxaläther und Kohlenwasserstoff; von Hrn. Serullas. . . . . 624

XII. Ueber die Reduction des Arseniks aus Schwefelarsenik bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen; von J. J. Berzelius. . . . . 626

XIII. Vereinfachte Bereitungsart der phosphorichten Säure; von Hrn. Droquet. . . . . 628

XIV. Verfahren um rothe und weifse Purpursäure zugleich zu erhalten; von Hrn. Quesneville. . . . . 629

# ANNALEN
# DER PHYSIK UND CHEMIE.

## JAHRGANG 1828, ERSTES STÜCK.

### I. *Ueber die Veränderungen, welche in dem chemischen Mineralsysteme durch die Eigenschaft der isomorphen Körper, einander in unbestimmten Verhältnissen zu ersetzen, nothwendig geworden sind*; von *J. J. Berzelius*.

[Die für die Chemie so folgenreiche Entdeckung der Isomorphie gewisser Reihen von Körpern, veranlafste den Herrn. Verfasser vor einigen Jahren, das früher von ihm entworfene chemische Mineralsystem nach einem neuen, durch diese Entdeckung nöthig gewordenen Principe umzuformen, und es in dieser Gestalt in den Denkschriften der K. Schwedischen Akademie für 1824 bekannt zu machen. Daraus wurde es späterhin durch Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie dem deutschen Publikum überliefert; in den Annalen fand es aber damals mehrerer Umstände wegen keinen Platz. Es wird daher den Lesern nicht unwillkommen seyn, das chemische Mineralsystem des Herrn Verfassers hier in seiner neusten Gestalt zu finden, wie derselbe es in einer in Kurzem erscheinenden, neuen Auflage seines Löthrohrbuches zur Classification der Mineralien benutzt hat. Von der älteren Abhandlung ist hier nur die Einleitung, die im Allgemeinen auch auf das das gegenwärtige System ihre Anwendung findet, auszugsweise beibehalten; die Anordnung der Mineralien dagegen ist neu, und namentlich ist es die Aufnahme der neuen Atomengewichte (dies. Ann. Bd. 86. S. 339.), der Gebrauch der chemischen Formeln statt der mineralogischen, und die Uebertragung der in der wichtigen Abhandlung über die Schwefelsalze (dies. Ann. Bd. 82. S. 425.) ausgesprochenen Ansichten auf die Mineralogie, wodurch sich, neben den Ergebnissen der neusten Mineralanalysen, dieses System von den frühern unterscheidet. *P.*]

Seitdem die Chemie an der Classification in der Mineralogie Theil nimmt, ist für dieselbe daraus, dafs gewisse Oxyde einander ohne Aenderung der Krystallform er-

setzen können, eine Schwierigkeit entstanden, indem sich, wenn die einander ersetzenden Oxyde farblose Verbindungen von ungefähr gleichem specifischem Gewichte liefern, keine Verschiedenheit an dem Krystalle wahrnehmen läfst, sondern eine solche erst durch die chemische Analyse aufgesucht werden mufs. So haben die Schulen von Werner und Haüy, im Widerspruche mit der Definition, welche beide von einer mineralogischen Species geben, Krystalle von verschiedenartiger Zusammensetzung zu einer und derselben Species gerechnet. Um diese Schwierigkeit zu heben, nahm Haüy zufällige Einmengungen an, welche, gezwungen durch die Krystallisationskraft der wesentlichen Bestandtheile, die Form der Species annähmen. Aber gerade, als die Resultate der chemischen Analysen, die mit grofser Genauigkeit und nach vervollkommneten Methoden angestellt waren, gegen den Haüy'schen Satz: „*dafs niemals zwei verschiedenartig zusammengesetzte Körper dieselbe Krystallform annehmen, falls diese nicht etwa zu den regelmäfsigen gehöre,*“ einen Streit von ungewissem Ausgange anfingen, wurde diese Frage durch eine eben so unerwartete als willkommne Entdeckung entschieden, nämlich durch die von Mitscherlich: dafs Körper, die aus verschiedenen Elementen, aber aus gleicher Zahl von Atomen, auf gleiche Weise zusammengesetzt sind, gleiche Krystallform annehmen. Das durch diese Entdeckung über die Mineralogie verbreitete Licht benutzend, haben H. Rose, Bonsdorff und Trolle-Wachtmeister gezeigt, dafs die Species, welche *Augit*, *Hornblende* und *Granat* genannt werden, eine grofse Zahl verschiedenartiger, auf analoge Weise zusammengesetzter Verbindungen umfassen. Wenn man also, nach der allgemein angenommenen Definition, dasjenige eine mineralogische Species nennen will, was den Elementen und deren Verhältnissen nach aus gleichen Verbindungen zusammengesetzt ist; so würden die drei genannten Kry-

stallformen in eine grofse Anzahl von Mineralspecies zerfallen; denn die Mehrzahl der von verschiedenen Fundorten herstammenden Augite, Hornblenden und Granate enthalten zwar ihre Elemente auf gleiche Weise combinirt, weichen aber der Zahl und den Verhältnissen dieser Elemente nach von einander ab. Gewifs giebt es keinen Mineralogen, der nicht Anstofs nähme, aus jedem der verschiedenartig zusammengesetzten Augite oder Granate eine besondere Species zu machen; und doch kann man das nicht für identisch nehmen, was es in der That nicht ist. Was bleibt hier also zu thun übrig?

Ich glaube nicht, dafs unsere Kenntnisse schon so weit gediehen sind, um diese Frage auf eine genügende Weise zu beantworten, und hierdurch wird der Versuch, die Mineralogie nach chemischen Grundsätzen zu behandeln, etwas schwierig. So wahr es einerseits ist, dafs z. B. zwei Granate, die aufser der Kieselerde keinen Bestandtheil gemein haben, nicht als dieselbe Species betrachtet werden können; so wahr ist es auch andererseits, dafs sie auf unzählige Weise von einander abweichen können. Und da man dasjenige nicht für identisch nehmen darf, was es nicht ist, und man auch nicht unzählige Varietäten aufstellen kann, so mufs man zwischen diesen Extremen einen Mittelweg einschlagen, der aber freilich nicht so leicht zu finden ist. Indefs ist es nöthig einen Mittelweg zu ergreifen, mit Vorbehalt ihn zu verlassen, wenn die Fortschritte der Wissenschaft einen besseren an die Hand geben.

Es ist also klar, dafs die von einer Mineralspecies bisher allgemein angenommenen Definition: „*dieselben Elemente verbunden in denselben Verhältnissen,*“ mit oder ohne Haüy's Beisatz: „*von gleichen Krystallgestalten,*“ für alle die Fälle, wo es sich um isomorphe Austauschungen handelt, nicht mehr gültig seyn kann, und dafs man, bis ein allgemein anwendbares Princip gefunden seyn wird, für diese Fälle aus einem besonderen Ge-

sichtspunkt verfahren mufs. Die Krystallform auf der einen, und die Zusamensetzungsformel auf der andern Seite, bedingen eine Gruppe von Verbindungen, die, je nach ihrer gröfseren oder geringeren Uebereinstimmung, durchaus die bei den lebenden Wesen herrschenden Verhältnisse von Genus und Species nachahmen. Das Genus ist durch die chemische Formel und durch die geometrische Form bestimmt, die Species durch die Elemente. Um diefs zu erläutern, sey wiederum der Granat als Beispiel genommen. Seine Krystallform ist allgemein bekannt; seine Zusammensetzungsformel ist, wenn R ein Radical bedeutet, nach Trolle-Wachtmeister: $\dot{R}^3\ddot{S}i + \dot{R}\ddot{S}i$. Diese beiden Glieder bestimmen das Genus Granat. Wachtmeister hat überdiefs gezeigt, dafs $\dot{R}$ die Elemente: Kalkerde, Talkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul, entweder einzeln oder mehrere von ihnen zusammen bezeichnen könne, gleich wie $\ddot{R}$: Thonerde und Eisenoxyd, entweder einzeln oder verbunden mit einander. Aus diesen Stoffen können also nicht weniger als acht besondere Species oder Prototypen von verschiedenen Granaten gebildet werden, und ihre Mengung mit einander würde eine so grofse Zahl von Varietäten erzeugen, dafs es zwecklos wäre, sie einzeln aufzuzählen.

Als zweites Beispiel werde ich eine Mineralspecies anführen, bei der man die Isomorphie bis jetzt weniger häufig gefunden hat. Die Chabasie besteht nach den früheren Analysen aus: $\dot{C}a^3\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 18\dot{H}$, wobei ein kleiner Theil des Kalks durch Kali ersetzt war. Neuerlich habe ich eine Chabasie analysirt, die man mir unter dem Namen *Levyine* übersandt hatte, in der ein kleiner Theil des Kalks durch Kali und Natron ersetzt war. Herr Arfvedson hat eine Chabasie aus Schottland analysirt, worin fast aller Kalk gegen Kali und Natron ausgetauscht war *). Es ist also klar, dafs es gewisse Chabasien

*) Kongl. Vetenskaps Academien Årsberätelser för 1823. p. 155. [Berzelius Jahresbericht, deutsch, No. III. S. 147. u. No. V.

giebt, die hauptsächlich Kalk, und andere, die hauptsächlich Natron enthalten, und dafs in allen die Basen Kalk, Kali und Natron einander in unbestimmten Verhältnissen ersetzen können, so dafs also die Chabasien von verschiedenen Fundorten verschiedenartig zusammengesetzt seyn können, ohne deshalb die allgemeine Zusammensetzungsformel einzubüfsen. Nach Herrn Beudant haben die Krystalle des rhomboëdrischen Systems, bei isomorphen Austauschungen, zwar ähnliche, aber nicht völlig gleiche Winkel (während beim regulären Systeme immer das Gegentheil statt findet); so dafs man, wenn man die Winkel eines Bitterspaths genau gemessen hat, die relative Menge von Kalkerde und Talkerde in demselben, aus den einander nahe kommenden, aber nicht völlig gleichen Winkeln des kohlensauren Kalks und der kohlensauren Talkerde, bestimmen kann *). Wenn dieſs nun auch mit dem Natron-, Kalk- und Kali-Bisilicate in den rhomboëdrischen Krystallen der Chabasie der Fall ist, so ist klar, dafs Mineralogen, die gewohnt sind, Krystallwinkel mit Genauigkeit zu messen, Chabasien mit Verschiedenheit in den Winkeln finden werden. Aus ihnen aber besondere Species zu machen, würde eben so unrichtig seyn, wie aus den Bitterspathen, welche Kalk- und Talkerde in veränderlichen Verhältnissen enthalten. Meiner Meinung nach ist der Name Levyine, den man der von mir untersuchten Chabasie gegeben hat, durch einen ähnlichen Umstand entstanden. Wir haben hier folglich Genus, Species und Varietäten, oder, wenn man mit dem Namen Genus nicht einverstanden wäre, Species, Subspecies und Varietäten. Was ich übrigens von dem Granat und der Chabasie gesagt habe, gilt gleichfalls von dem Augit, der Hornblende und dem Glimmer u. s. w.

S. 216. In der folgenden Tafel findet man die am erst genannten Orte angeführte Formel. *P.*]

*) Traité élémentaire de Minéralogie, p. 61.

Diese Ansichten lassen sich aber nicht auf die allgemeine systematische Aufstellung übertragen, ohne dafs man nicht dadurch den gewöhnlichen Gang verliefse. Gewisse allgemeine chemische Zusammensetzungsformeln gehören nicht zu denselben Krystallformen. Feldspath und Albit z. B. haben gleiche Formel, aber nicht gleiche Krystallgestalt; sie müssen folglich für mehr von einander verschieden gehalten werden, als zwei Granate oder Hornblenden von ungleicher Zusammensetzung.

Ich werde nun zu zeigen suchen, wie sich diese Schwierigkeiten durch eine Aenderung des chemischen Systemes gröfstentheils umgehen lassen. In einer älteren Abhandlung *) habe ich gezeigt, dafs die Mineralien am besten nach den elektro-chemischen Beziehungen ihrer Elemente classificirt, und dem gemäfs entweder nach ihrem elektro-positivsten, oder nach ihrem elektro-negativsten Bestandtheile geordnet werden können. Beide Methoden haben ihr Gutes und lassen sich mit gleichem Rechte gebrauchen. Indefs habe ich in meinem älteren Versuch zu einem chemischen Mineralsysteme derjenigen den Vorzug gegeben, welche die Familien nach dem elektro-positiven Bestandtheil bildet. Der Grund hiezu war, dafs die meisten elektro-positiven Körper, wie z. B. Blei, Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen, Baryt u. s. w., ihren Verbindungen mit den elektro-negativen Körpern eigenthümliche Charactere verleihen, welche sie mehr oder weniger scharf in allen Mineralien, in denen sie vorkommen, beibehalten; und da ferner diese Verbindungen, wegen ihres elektro-positiven Bestandtheils, oft der Gegenstand des Bergbaues sind, so schien mir die Bequemlichkeit, die für die Anwendung der Wissenschaft auf die Praxis daraus hervorging, dafs die Verbindungen dieser Metalle besondere Klassen bildeten, den Vorzug zu verdienen vor denjenigen der andern Classificationen, dafs z. B. alle Sulphure, alle Silicate etc. zusammenstehen, obgleich auch

*) *Afhandlingar i* Fysik, Kemi etc., 4. II. p. 1.

diese Bequemlichkeit nicht zu verachten ist. Die Schwierigkeiten, welche durch den zwischen isomorphen Körpern stattfindenden Austausch entstehen, ahnete man damals noch nicht. Bei Erwägung der Abänderungen, welche durch diesen jetzt völlig erwiesenen Umstand in der systematischen Aufstellung hervorgebracht werden, fällt es sogleich in die Augen, dafs da, wo isomorphe Austauschungen am häufigsten sind, die Classification, wenn auch nicht unmöglich, doch wenigstens am schwierigsten seyn müsse. Aus Mitscherlich's vortrefflichen Arbeiten ist es bekannt, dafs elektro-negative Körper einander eben so gut mit Beibehaltung der Krystallform ersetzen können, wie elektro-positive; allein bei den im Mineralreich vorkommenden Verbindungen findet man die Austauschungen zwischen den elektro-positiven Körpern am häufigsten, zwischen den elektro-negativen dagegen nur bei der Phosphorsäure und Arseniksäure, und bei einigen andern selten vorkommenden Säuren. Käme aber ein mit dem Schwefel oder der Kieselsäure isomorpher elektro-negativer Körper oft im Mineralreich vor, so würde die Classification, nach beiden Methoden, dieselben Schwierigkeiten haben. Es geht hieraus hervor, dafs die Schwierigkeiten, welche durch isomorphe Austauschungen bei den Mineralien entstehen, weit geringer werden, wenn man die Körper nach ihren elektro-negativen Bestandtheilen ordnet Und trifft man auch beim Aufstellen der, durch die Isomorphie ihrer Basen veränderlichen Verbindungen auf ähnliche Schwierigkeiten, wie beim Ordnen nach dem positiven Bestandtheile, so sind dieselben doch von geringerer Wichtigkeit. Ich habe überdiefs in meinem ältern Versuch gezeigt *), dafs nicht nur eine Aufstellung nach dem elektro-negativen Bestandtheil sehr viele Bequemlichkeiten hat, sondern auch, dafs hierdurch, da alle oxydirte Verbindungen unter Sauerstoff aufgeführt werden, die erste, rein unorganische Klasse

*) Afh. i Fysik, Kemi etc. 4. H. p. 113.

der Mineralogie in zwei Unterabtheilungen getheilt wird, wovon die erste die nicht oxydirten, und die zweite die oxydirten Mineralien in sich fafst.

In allen älteren Systemen, die von Haüy und Werner mit eingerechnet, hat man den Vortheil, der aus der Klassification nach dem elektro-positiven Bestandtheile folgt, dafs nämlich jedes der sogenannten eigentlichen Metalle mit seinen Verbindungen eine besondere Familie ausmacht, beizubehalten gesucht. Dieser Vortheil geht beim Ordnen nach dem elektro-negativen Bestandtheil verloren. Mancher Mineralog wird es vielleicht ungern sehen, dafs Eisen, Kupfer, Silber u. s. w. in mehreren Familien zerstreut stehen; für diese mufs ich nachweisen, wie sich die Anordnung nach dem elektro-positiven Bestandtheile möglicherweise mit den isomorphen Austauschungen verträgt. So wie jede Base ihr Sulphat, ihr Carbonat, ihr Silicat hat, und so wie jedem Alkali sein Alaun entspricht, so kann auch aus gleichem Grunde bei mehreren Basen ein Granat, ein Turmalin, ein Augit u. s. w. vorkommen, und in solchen Fällen bezeichnen die Worte Alaun, Granat, Turmalin u. s. w. nicht mehr die mineralogische Species, sondern, was auch das Richtigere ist, die Verbindungsart. Wenn sich aber in diesen Verbindungsarten die Basen in unbestimmten Verhältnissen austauschen, wird man aber doch zuletzt unschlüssig, wohin man diesen oder jenen Granat stellen soll, so dafs man ihn bisweilen mit gleichem Rechte zugleich an mehrere Plätze stellen kann, was immer eine Unvollkommenheit des Classificationsprincips anzeigt. Welcher Methode man also auch folge, wird man doch stets bei folgerechter Durchführung des Princips auf etwas stofsen, was wegen seiner Ungewöhnlichkeit widerlich ist, wenn auch nicht gesagt seyn soll, dafs das Ungewohnte deshalb auch das Unrichtige sey.

Aus dem hier Angeführten scheint mir zweierlei erwiesen zu seyn, nämlich 1) dafs es gegenwärtig nicht

möglich ist, genügend zu bestimmen, was eine mineralogische Species sey, sobald es sich um isomorphe Austauschungen handelt, und 2) dafs, wegen dieser Austauschungen, die Classificationsmethode nach dem elektropositiven Bestandtheile nicht ohne grofse Schwierigkeiten angewandt werden kann, und zwar deshalb, weil diese Austauschungen hauptsächlich zwischen den elektro-positiven Bestandtheilen der Mineralien statt finden.

In einem Mineralsysteme, welches die Körper nach dem elektro-negativsten Bestandtheile ordnet, können die Verbindungen, in denen isomorphe Basen einander ersetzen, natürlich neben einander gestellt werden, und es ist von geringer Wichtigkeit, was man als Species, oder was man nicht als solche unterscheidet, sobald man nur weifs, was nicht vollkommen identisch ist, und man in der speciellen Beschreibung die Extreme angiebt, und zeigt, wie mannigfaltig sie variiren können. Führt man die elektronegative Aufstellung des Systemes nur einigermafsen folgerecht durch, so ordnen sich die Verbindungen, besonders in den gröfseren Familien, auf eine so wundervolle Weise nach ihrem äufseren Habitus, wie es sicherlich nicht besser bei der Wernerschen Methode der Fall seyn kann, für welche doch die Analogie im Habitus das Hauptprincip ausmacht; ein Umstand, der gewifs die allgemeinere Annahme dieses Classificationsprincips bedeutend befördern wird.

Ich will hier nun eine Aufstellung der bis jetzt allgemein bekannten Mineralien nach dem elektro-negativen Bestandtheile versuchen, und dabei die Mineralien in zwei Hauptklassen eintheilen, nämlich: 1) in solche, die nach dem Zusammensetzungsprincipe der unorganischen Natur zusammengesetzt sind, und 2) in solche, die nach dem Zusammensetzungsprincipe der organischen Natur zusammengesetzt sind. Die erste derselben umfafst, unter 4 Abtheilungen, 19 Familien, welche, von der elektropositivsten zur elektro-negativsten gerechnet, folgende

sind: die des Eisens, Kupfers, Wismuths, Silbers, Quecksilbers, Palladiums, Platins, Osmiums, Goldes, Tellurs, Antimons, Arseniks, Kohlenstoffs, Stickstoffs, Selens, Schwefels, Sauerstoffs, Chlors und Fluors.

---

## Erste Klasse. Mineralien, zusammengesetzt nach dem Principe für die Zusammensetzung der unorganischen Natur.

### I. *Elektro-positive Metalle.*

**Eisen.**

| | |
|---|---|
| Meteoreisen | Fe (Ni, Co, Ch) |

**Kupfer.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Kupfer | Cu |

**Wismuth.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Wismuth | Bi |

**Silber.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Silber | Ag |

**Quecksilber.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Quecksilber | Hg |
| Natürliches Amalgam | $AgHg^2$ |

**Palladium.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Palladium | Pa |

**Platin.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Platin | Pt |

**Osmium.**

| | |
|---|---|
| Osmium-Iridium | $IrOs^x$ |

**Gold.**

| | |
|---|---|
| Gediegnes Gold | Au |
| Elektrum *) | $AgAu^2$ |

*) Von Hrn. Boussingault sind neuerlich (dies. Ann. Bd. 86. S. 313.) auch Verbindungen von Silber mit 3, 5, 6 und 8 Atomen Gold entdeckt worden.

## II. *Elektro-negative brennbare Körper und deren nicht oxydirte Verbindungen.*

### Tellur und Tellurmetalle.

| | |
|---|---|
| Gediegnes Tellur | Te |
| Tellurwismuth | $BiTe^x$ |
| Tellurblei, *Blättererz* | PbTe (gemengt mit PbS und $Au^2Te^3$) |
| Tellursilberblei, *Weifstellur* | $AgTe+2PbTe+3Au^2Te^3$ |
| Tellursilbergold, *Schrifterz* | $AgTe+6AuTe^3$ |

### Antimon und Antimonmetalle.

| | |
|---|---|
| Gediegnes Antimon | Sb |
| Spiesglanzsilber | $Ag^2Sb$ |
| Silberspiesglanz | $Ag^3Sb$ |

### Arsenik und Arsenikmetalle.

| | |
|---|---|
| Gediegnes Arsenik | As |
| Kupfernickel | NiAs |
| Arseniknickel | $NiAs^2$ |
| Arsenikkobalt | $CoAs^2$ vielleicht $CoAs^3$ |

Stänglicher Arsenik von Schneeberg.

| | |
|---|---|
| Arsenikspiesglanz | $SbAs^x$ |

### Kohle.

Diamant

Graphit

Graphit (Kohlenblende) von Barreros zu Minas Geraes

Fossile Kohle

Anthracit

### Stickstoff.

| | |
|---|---|
| Stickgas | Az |

### Selen und Selenmetalle.

| | |
|---|---|
| Selenblei | PbSe |
| Selenkobaltblei | $CoSe^2+3PbSe$ |
| Selenkupfer aus Skrikerum | $Cu^2Se$ |
| Selenkupfer-Blei | PbSe mit CuSe und CuSe |

| | |
|---|---|
| Selenkupfer-Silber, *Enkairit*, | $\dot{C}uSe^2 + \dot{A}gSe$ |
| Selenkupfer-Quecksilber | PbSe gemengt mit HgSe |

### Schwefel und Schwefelmetalle.

| | |
|---|---|
| Gediegner Schwefel | S |
| Schwefelmangan, *Manganglanz*, | $\dot{M}n$ *) |
| Schwefelzink, *Zinkblende*, | $\dot{Z}n$ |
| Schwefeleisen | |
| *a.* Magnetkies | $\ddot{F}e + \dot{F}e^6$ |
| *b.* Schwefelkies, Speerkies, | $\ddot{F}e$ |
| Schwefelkobalt | $\dddot{C}o$ gemengt mit $\dddot{F}e$ |
| Schwefelnickel, *Haarkies*, | $\dot{N}i$ |
| Schwefelkupfer, *Kupferglas*, | $\dot{C}u$ |
| Schwefelkupfereisen | |
| *a.* Kupferkies | $\dot{C}u\dddot{F}e$ |
| *b.* Bunt-Kupfererz | $\dot{F}e\dot{C}u^2$ |
| Schwefelblei, *Bleiglanz*, | $\dot{P}b$ |
| Schwefelwismuth | |
| *a.* von Bispberg | $\dot{B}i$ ? |
| *b.* von Riddarhyttan | $\dddot{B}i$ |
| Schwefelkupferwismuth, *Kupferwismutherz*, | $\dot{C}u^3\dddot{B}i$ |
| Nadelerz | $\dot{P}b^3\dddot{B}i + \dot{C}u^3\dddot{B}i$ |
| Schwefelkupferzinn, *Zinnkies*, | $\dot{C}u\dot{S}n$ |
| Schwefelsilber, *Glaserz*, | $\dot{A}g$ |
| Schwefelsilberkupfer, *Silber-Kupferglanz*, | $\dot{C}u\dot{A}g$ |
| Schwefelquecksilber, *Zinnober*, | $\dot{H}g$ |
| Schwefelantimon | $\dddot{S}b$ |
| (Unterantimonschweflige Salze) | |

*) Das ' bezeichnet die Zahl der Schwefelatome in einem Schwefelmetalle, wie der ˙ die Zahl der Sauerstoffatome in einem Oxyde.

| | |
|---|---|
| Halb-unterantimonichtschwefliges Schwefeleisen, *Berthierit*, | $\dot{Fe}^3\,\dddot{Sb}^2$ |
| Neutrales unterantimonichtschwefliges Schwefelblei, *Zinkenit*, | $\dot{Pb}\,\dddot{Sb}$ |
| Halb-unterantimonichtschwefliges Schwefelblei, *Jamesonit*, | $\dot{Pb}^3\,\dddot{Sb}^2$ |
| Drittel-unterantimonichtschwefliges Schwefelblei u. Schwefelkupfer, *Bournonit*, | $\dot{Cu}^3\,\dddot{Sb} + 2\dot{Pb}^3\,\dddot{Sb}$ |
| Unterantimonichtschwefliges Schwefelkupfer, *Schwarerz* von Kapnik, *Endellione* von Harvey bei Grenoble, und von Ekaterinenburg | $\dot{Cu}^3\,\dddot{Sb}$ |
| Licht-Weifsgültigerz v. Freiberg | |
| Dunkel-Weifsgültigerz v. Sala | |
| Drittel-unterantimonichtschwefliges Schwefelsilber, Rothgültigerz, | $\dot{Ag}^3\,\dddot{Sb}$ |

---

| | |
|---|---|
| Schwefelmolybdän | $\dddot{Mo}$ |
| Schwefelarsenik | |
| *a.* Rothes, *Realgar*, | $\dot{As}$ |
| *b.* Gelbes, *Operment*, | $\dddot{As}$ |
| *c.* Arsenikglanz von Palmbaum bei Marienberg | $12As + S$ (muthmafslich) |
| Arsenichtschwefliges Schwefelsilber, *Sprödglaserz*, | $\dot{Ag}^3\,\ddot{As}$ |
| Arsenik-Schwefel-Eisen, *Mispickel*, | $FeS^2 + FeAs^2$ |

| | |
|---|---|
| Arsenik-Schwefelkobalt, *Glanzkobalt*, | $CoS^2 + CoAs^2$ |
| Arsenik-Schwefel-Nickel, *Nickelglanz*, | $NiS^2 + NiAs^2$ |

### III. *Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper.*

| | |
|---|---|
| Sauerstoff | O |

#### *A. Oxyde von elektro-positiven Metallen.*

| | |
|---|---|
| Mangansuperoxyd, *Braunstein*, | $\ddot{M}n$ |
| Manganoxydul-Zinkoxyd von Franklin in America | $\dot{M}n$ mit $\dot{Z}n$ |
| Eisenoxyd, *Eisenglanz*, | $\ddot{F}e$ |
| Eisenoxyd-Oxydul, *Magneteisenstein*, | $\dot{F}e + \ddot{F}e$ |
| Eisenoxyd-Zinkoxyd mit Eisenoxyd-Manganoxydul, *Franklinit*, | $\dot{Z}n\ddot{F}e + \dot{M}n\ddot{F}e$ |
| Kupferoxydul, *Rothkupfererz*, | $\dot{C}u$ |
| Kupferoxyd | $\dot{C}u$ |
| Bleioxyd | $\dot{P}b$ |
| Bleisuperoxyd, *Mennige*, | $\ddot{P}b$ |
| Wismuthoxyd, *Wismuthocker*, | $\ddot{B}i$ |
| Zinnoxyd, *Zinnstein*, | $\ddot{S}n$ |

#### *B. Oxyde von elektro-negativen Körpern.*

##### Wasser und Hydrate.

| | |
|---|---|
| Wasser | $\dot{H}$ |
| Magnesiahydrat | $\dot{M}g\dot{H}$ |
| Manganoxydhydrat | $\ddot{M}n\dot{H}$ |
| Kupfermangan von Schlackenwalde | |
| Kobaltoxyd-Manganoxydhydrat, *Schwarzer Erdkobalt*, | $\dot{C}o\ddot{M}n + 3\dot{H}$? |

| | |
|---|---|
| Eisenoxydhydrat, *Brauneisenstein*, | $\ddot{F}e^2\dot{H}^3$ |
| Uranoxydhydrat | $\ddot{U}\dot{H}^3$ |

Thonerde und Aluminate.

| | |
|---|---|
| Thonerde, *Corund*, *Saphir*, *Rubin*, *Diamantspath*, | $\ddot{Al}$ |
| Thonerdehydrat | |
| *a.* Diaspor | $\ddot{Al}\dot{H}$ |
| *b.* Gibbsit | $\ddot{Al}\dot{H}^3$ |
| Talkerde-Aluminat, *Spinell*, | $\dot{M}g\ddot{Al}^2$ |
| Eisenoxydul-Talkerde-Aluminat, *Zeilanit*, | $\left.\begin{matrix}\dot{M}g\\ \dot{F}e\end{matrix}\right\}\ddot{Al}^2$ |
| Candit | $\dot{M}g^3\ddot{Al}^2+\dot{F}e^3\ddot{Al}^2$ |
| Zinkoxyd-Aluminat, *Gahnit*, | $\left.\begin{matrix}\dot{Z}n\\ \dot{F}e\end{matrix}\right\}\ddot{A}^2$ |
| Bleioxyd-Aluminat, *Bleigummi*, | $\dot{P}b\ddot{Al}^2+6\dot{H}$ |

Kieselerde und Silicate.

I. Silicate von einer Basis.

| | |
|---|---|
| Neutrale kieselsaure Kalkerde, von Edelfors und Gjellebeck | $\dot{C}a\ddot{S}i$ |
| Zwei drittel-kieselsaure Kalkerde, *Tafelspath*, | $\dot{C}a^3\ddot{S}^2$ |
| Neutrale kieselsaure Talkerde, *Speckstein*, | $\dot{M}g\ddot{S}i$ |
| Neutrale kieselsaure Talkerde mit Wasser, *Meerschaum*, | $\dot{M}g\ddot{S}i+\dot{H}$ |
| Zwei drittel-kieselsaure Talkerde, *Picrosmin*, | $3\dot{M}g^3\ddot{S}i^2+\dot{H}$ |
| Pyrallolith | $\dot{M}g^3\ddot{S}i^2$ *) |
| Zwei drittel-kieselsaure Talk- | |

*) Nach Nordenskiölds Analyse $\dot{C}a^3\ddot{S}^4+6\dot{M}^3\ddot{S}^2+\ddot{A}\ddot{S}^3+6\dot{H}$

| | |
|---|---|
| erde mit Talkerdehydrat, *Serpentin*, | $2\dot{M}g^3\ddot{S}i^2+3\dot{M}g\dot{H}^2$ *) |
| *a.* Edler Serpentin | |
| *b.* Gemeiner Serpentin | |
| Drittel-kieselsaure Talkerde, *Olivin* und *Chrysolith*, | $\dot{M}g^3\ddot{S}i$ **) |
| Drittel-kieselsaures Zinkoxyd, *Kieselzinkerz*, | $2\dot{Z}n^3\ddot{S}i+3\dot{H}$ |
| Zwei drittel-kieselsaures Manganoxydul, *Rubinspath*, | $\dot{M}n^3\ddot{S}i^2$ ***) |
| Drittel-kieselsaures Manganoxydul, *Schwarzer Mangankiesel*, | $\dot{M}n^3\ddot{S}i+3\dot{H}$ |
| Neuntel-kieselsaures Manganoxyd von Piemont | $\ddot{M}n^3\ddot{S}i$ |
| Drittel-kieselsaures Ceroxydul, *Cerit*, | $\dot{C}e^3\ddot{S}i+3\dot{H}$ |
| Kieselsaures Eisenoxydul †) | |
| *a.* Hisingerit ††) | |
| *b.* Sideroschisolith v. Conghonas do Campo †††) | |
| *c.* Chlorophaeit | |

Zwei

*) Die Talkerde im Silicat ist oft zum Theil durch $\dot{F}e$ ersetzt.

**) $\dot{M}g$ ist nicht selten durch eine unbestimmte Portion $\dot{F}e$ ersetzt.

***) Wegen eines geringen Kalkgehalts kann es auch zum Augit gestellt werden.

†) Reines kieselsaures Eisenoxydul ist bis jetzt noch nicht angetroffen; die drei genannten Mineralien sehe ich jedoch als einfache Silicate an, und halte die Beimengungen für unwesentlich.

††) Unter diesem Namen habe ich auch ein anderes Mineral von der Eisengrube Gillinge in Südermanland aufgenommen, das hauptsächlich aus wasserhaltigem Eisenoxydulsilicat besteht, gemengt, nach Hisingers Analyse, mit ein Paar Procent Thonerde.

†††) Nach Wernekinks Analyse: $\dot{F}e^6\ddot{S}i+3\dot{H}$ ungerechnet 4,1 Proc. Thonerde, die vielleicht als Eisenoxydul-Aluminat vorhanden sind.

| | |
|---|---|
| Zwei drittel-kieselsaures Uranoxydul, *Uranpecherz*, | $\dot{U}^3\ddot{S}i^2$ |
| Zwei drittel-kieselsaures Kupferoxyd, *Dioptas*, | $\dot{C}u^3\ddot{S}i^2+6\dot{H}$ |
| Drittel-kieselsaures Kupferoxyd-*Kieselmalachit*, | $\dot{C}u^3\ddot{S}i+3\dot{H}$ |
| Drittel-kieselsaure Zirkonerde, *Zirkon* und *Hyacinth*, | $\ddot{Z}r\ddot{S}i$ |
| Sechstel-kieselsaure Thonerde, *Cyanit* und *Rhätizit*, | $\ddot{A}l^2+\ddot{S}i$ |
| Thonarten. | |

II. Silicate mit mehreren Basen.

A. Silicate von einem Alkali oder einer alkalischen Erde und Silicat von Thonerde, vereinigt mit Krystallwasser. Cronstedt's Zeolithe.

| | |
|---|---|
| Apophyllit | $\dot{K}\ddot{S}i^2+3\dot{C}a\ddot{S}i+16\dot{H}$ |
| Chabasie | $\left.\begin{matrix}\dot{N}a^3\\ \dot{K}^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}^2+3\ddot{A}l\ddot{S}i^2+18\dot{H}$ |
| Mesotyp | $\dot{N}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+2\dot{H}2\dot{H}$ |
| Mesolith | $\dot{N}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+2\dot{H}$ $+2[\dot{C}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+3\dot{H}]$ |
| Mesolith vom Hauenstein | $\dot{N}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+3\dot{H}$ $+[\dot{C}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+3\dot{H}]$ |
| Mesole | $\dot{N}a^3\ddot{S}i^2+3\ddot{A}l\ddot{S}i+6\dot{H}$ $+2[\dot{C}a^3\ddot{S}i^2+3\ddot{A}l\ddot{S}i+9\dot{H}]$ |
| Analcim | $\dot{N}a^3\ddot{S}i^2+3\ddot{A}l\ddot{S}i^2+6\dot{H}$ |
| Thomsonit | $\dot{N}a^3\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i+3\dot{H}$ $+3[\dot{C}a^3\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i+9\dot{H}]$ |
| Stilbit *) | $\dot{C}a\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i^3+6\dot{H}$ |
| Heulandit | $3\dot{C}a\ddot{S}i+4\ddot{A}l\ddot{S}i+18\dot{H}$ |

*) Der Epistilbit ist eben so zusammengesetzt, nur enthält er 5 At. Wasser, und ein geringer Theil seines Kalks ist durch Natron ersetzt; dasselbe gilt von Haüy's Stilbite dodecaèdre lamelliforme.

| | |
|---|---|
| Brewsterit | $3\left\{\begin{matrix}\dot{Na}\\ \dot{Ca}\end{matrix}\right\}\ddot{Si}+4\ddot{Al}\ddot{Si}^3+24\dot{H}$ |
| Lomonit | $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+4\ddot{Al}\ddot{Si}^2+18\dot{H}$ |
| Harmotom *) | $\dot{K}^3\ddot{Si}^2+4\ddot{Al}\ddot{Si}^2+15\dot{H}$ $+2[\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+3\ddot{Al}\ddot{Si}^2+15\dot{H}]$ |
| Scolezit | $\dot{Ca}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}+9\dot{H}$ |
| Prehnit | $\dot{Ca}^2\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}+\dot{H}$ |
| Edingtonit | ? |

B. Silicate von Alkalien oder alkalischen Erden mit Silicaten von Thonerde ohne chemisch gebundenes Wasser.

| | |
|---|---|
| Neutrales kieselsaures Thonerde-Kali, *Feldspath*, | $\dot{K}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}^3$ |
| Neutrales kieselsaures Thonerde-Natron, *Albit*, | $\dot{Na}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}^3$ |
| Doppelt-kieselsaures Lithion mit neutraler kieselsaurer Thonerde, *Petalit*, | $\dot{L}\ddot{S}^2+\ddot{Al}\ddot{Si}^3$ |
| Neutrales kieselsaures Lithion mit doppelt-kieselsaurer Thonerde, *Spodumen*, *Triphan*, | $\dot{L}\ddot{S}^2+\ddot{Al}\ddot{Si}^2$ |
| Neutrales kieselsaures Natron mit halb-kieselsaurer Thonerde, sogenannter *Natronspodumen* **), | $\dot{Na}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}^2$ |
| Zwei drittel-kieselsaures Thonerde-Kali, *Leucit*, *Amphigene*, | $\dot{K}^3\ddot{Si}^2+3\ddot{Al}\ddot{Si}^2$ |
| Neutral. kieselsaur. Natron und Kalk mit zwei drittel-kieselsaurer Thonerde, *Labrador*, | $\dot{Na}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}$ $+3[\dot{Ca}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}]$ |

*) D. h. der Kalkharmotom von Marburg und Annerode nach Gmelin's und Wernekink's Analyse. Der Barytharmotom ist noch nicht bestimmt; doch hat er wahrscheinlich dieselbe Formel, aber Baryt statt Kalk.

**) Das Natron ist zum Theil ersetzt durch Kali, Kalk und Talkerde.

Zwei drittel-kieselsaur. Natron und Kalk mit drittel-kieselsaurer Thonerde, *Wernerit*, *Paranthin*, *Scapolith*,

$$\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Na}^3\end{matrix}\right\}\ddot{Si}^2+2\ddot{Al}\ddot{Si}$$

*a.* Mejonit vom Vesuv.
*b.* Wernerit von Pargas.
*c.* Wernerit von Malsjö.
*d.* Wernerit von Arendal.
*e.* Dipyre von Mauléon.
*f.* Eckebergit von Hesselkulla und Pargas

$$\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+2\ddot{Al}\ddot{Si}+3[\dot{Na}^3\ddot{Si}^2+2\ddot{Al}\ddot{Si}]$$

Zwei drittel-kieselsaur. Natron mit drittel-kieselsaur. Thonerde, *Sodalith*,

$$\dot{Na}^3\ddot{Si}^2+2\ddot{Al}\ddot{Si}$$

Drittel-kieselsaures Thonerde-Kali mit Natron, *Elaeolith*,

$$\left.\begin{matrix}\dot{K}^3\\ \dot{Na}^3\end{matrix}\right\}\ddot{Si}^3+3\ddot{Al}\ddot{Si}$$

Drittel-kieselsaures Thonerde-Natron, *Nephelin*, *Elaeolith von Fredriksvärn*,

$$\dot{Na}^3\ddot{Si}+3\ddot{Al}\ddot{Si}$$

Neutrale kieselsaure Talkerde mit drittel-kieselsaur. Thonerde, *Nordenskiöld's wasserfreier Scolezit von Pargas*,

$$\dot{Ca}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}$$

Drittel-kieselsaure Kalk-, Talk- und Thonerde, *Anorthit*,

$$\dot{Mg}^3\ddot{Si}+2\ddot{Al}\ddot{Si}+2[\dot{Ca}^3\ddot{Si}+3\ddot{Al}\ddot{Si}]$$

Andalusit von Fahlun.

C. Silicate von Kali oder Lithion mit Silicaten von Talkerde, Eisenoxydul, Manganoxydul und Thonerde *); *glimmerartige Mineralien.*

*a.* Glimmer im Granit von Broddbo und Finbo.

*b.* Glimmer im Granit von Nordamerika.

*c.* Glimmer im Kalk v. Pargas.

*d.* Lepidolith oder Lithionglimmer von Utön.

Talkarten

Pimelith, nickelhaltiger Talk.

Chlorit.

Pinit.

Fahlunit.

D. Silicate von Alkali und Eisenoxyd.

Neutrales kieselsaures Natron mit halb kieselsaurem Eisenoxyd, *Akmit*, $3\dot{N}a\ddot{S} + 2\ddot{F}e\ddot{S}i^2$

E. Silicate von Kalk- und Talkerde, in denen die alkalischen Erden mehr oder weniger vollständig durch Eisenoxydul und Manganoxydul, die Kieselerde aber zuweilen durch Thonerde ersetzt zu seyn pflegt.

Neutrale kieselsaure Kalkerde mit halb-kieselsaurer Talkerde, *Hornblende* **), $\dot{C}a\ddot{S}i + \dot{M}g^3\ddot{S}i^2$

*) Ungeachtet der vortrefflichen Arbeiten, welche Klaproth, Vauquelin, H. Rose, C. Gmelin und Turner über diese Gattung von Verbindungen angestellt haben, kann für dieselbe noch keine Formel mit einiger Wahrscheinlichkeit aufgestellt werden.

**) v. Bonsdorff hat gezeigt, dafs alle Hornblenden Flufssäure enthalten, wahrscheinlich an Kalk gebunden. Seinen Analysen nach ist es möglich, dafs den Hornblenden die Formel $CaF^2 + 5\{\dot{C}a\ddot{S}i + \dot{M}g^3\ddot{S}i^2\}$ zukommt, wo sie dann zu der Klasse, welche die Salzbilder enthält, gezählt werden müssen.

*a.* Nicht thonhaltige Hornblenden.

α) Tremolit von Gullsjö — $\dot{Ca}\ddot{Si} + \dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$

β) Strahlstein von Fahlun

γ) Asbestartiger Tremolit von Sheffield.

δ) Asbest von Tarantaise — $\dot{Ca}\ddot{Si} + \left.\begin{matrix}\dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\\ \dot{Ca}^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}^2$

ι) Asbestartiger Strahlstein von Taberg — (Dieselbe Formel)

ξ) Byssolit von Bourg de l'Oisons — (Dieselbe Formel)

*b*) Thonhaltige Hornblenden.

η) Grammatit von Åkers Kalkbruch — $\dot{Ca}\ddot{Si} + \left.\begin{matrix}\dot{M}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\ddot{Si}^2\\ \ddot{A}^3\end{matrix}\right.$

θ) Schwarze Hornblende von Slättmyra.

ι) Breitblättrige schwarze H. von Taberg.

κ) Dunkelgrüne blättrige H. von Annaberg.

λ) Schwarze krystallisirte H. von Pargas.

μ) Pargasit

Zwei drittel-kieselsaure Kalkerde mit halb-kieselsaurer Talkerde, *Augit*, — $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$

*a.* Weiſse Augite.

Diopside von Piemont, Tammare, Tjötten und Sala — genau nach der Formel.

*b.* Augite, die mehr Atome Kalk- als Talkerde enthalten.

Salit von Björmyresweden $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2+2[\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2]$

*c.* Augite, die Eisenoxydulbisilicat als wesentlichen Bestandtheil enthalten.

Hedenbergit/ Schwarzgrüner A. von Taberg. $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2$

*d.* Thonerdehaltige, meist schwarze Augite.

Augit von Pargas und der Auvergne. $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\left.\begin{matrix}\dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\ddot{Si}^2\\ \ddot{A}^3\end{matrix}\right.$

Zweidrittel-kieselsaures Talkerde-Eisenoxydul.

*a Diallage* $\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2+3\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$

*b. Hypersthène* $\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2+\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$

Drittel-kieselsaures Talkerde-Eisenoxydul, *Yenit von Elba* $\dot{Ca}^3\ddot{Si}+4\dot{Fe}\ddot{Si}$ *)

Cronstedtit v. Przibram **)

F. Silicate von Kalk- und Talkerde mit Thonerde, in denen die alkalischen Erden oft durch Eisen- und Manganoxydul, und die Thonerde zuweilen durch Eisenoxyd ersetzt ist.

Drittel-kieselsaure Kalkerde-Thonerde.

α) Epidot $\dot{Ca}^3\ddot{Si}+2\ddot{Al}\ddot{Si}$

*a.* Zoisit (genau nach der Formel)

*) Diese Formel stimmt nicht genau mit der Analyse, ist aber die wahrscheinlichste.

**) Nach Steinmann's Analyse (Schweigg. J. XXXIII. p. 469) würde der Cronstedtit die Formel: $\dot{Mn}^9\ddot{Si}^2+3\dot{F}^9\ddot{Si}^2+26\dot{H}+9[\dot{Mg}^3\ddot{S}+2\dot{Fe}^9\ddot{Si}^2+12\dot{H}]$

*b.* Pistacit — $\dot{Ca}^3\ddot{Si}+2\ddot{Al}\ddot{Si}+[\dot{Fe}^3\ddot{Si}+2\ddot{Al}\ddot{Si}]$

*c.* Epidote manganesifère

β) Idocras, Formel nicht mit Sicherheit bestimmt.

*a.* Gewöhnlicher Idocras, *Vesuvian*,

*b.* Talkhaltiger Idocras, *Loboit*,

*c.* Kupferhaltiger Idocras, *Cyprin*,

γ) Essonit, Formel nicht mit Sicherheit bekannt.

*a.* Essonit von Ceylon, *Kaneelstein*,

*b.* Essonit von Brasilien

δ) Granat *) — $\dot{R}^3\ddot{Si}+\ddot{R}\ddot{Si}$

1. Kalkgranate, *Aplome.*

*a.* Schwarzer Granat von Frescati, *Melanit.*

*b.* Grüner Granat v. Sala.

*c.* Hellbrauner Granat von Dannemora.

*d.* Dunkler Gran. v. Långsbanshyttan, *Rothhoffit.*

*e.* Rother Gr. v. Finnland, *Romanzowit.*

*f.* Allochroit von Berggieshübel.

bekommen, die aber wohl vor einer abermaligen Untersuchung des Minerals nicht angenommen werden dürfte.

*) In dem ersten Gliede bedeutet $\dot{R}$ gewöhnlich eine Mischung von $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, und in dem letzten Gliede $\ddot{R}$ gewöhnlich eine Mischung von $\ddot{Al}$ und $\ddot{Fe}$.

2. Eisen- und Manganoxydul-Granate, *Almandin.*

*a.* Fahlun-Granat $\dot{Fe}^3\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}$

*b.* Finbo-Granat $\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2+\ddot{Al}\ddot{Si}+[\dot{Mg}\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}]$

*c.* Broddbo-Granat $\dot{Fe}^3\ddot{Si}+\ddot{Fe}\ddot{Si}+3[\dot{Mg}^3\ddot{Si}+\ddot{Al}\ddot{Si}]$

3. Chromgranat, *Pyrop.*

*a.* Pyrop von Ceylon.

*b.* Pyrop aus Böhmen.

Drittel-kieselsaure Kalkerde mit sechstel-kieselsaure Thonerde, *Gehlenit* $2\dot{Ca}^3\ddot{Si}+\left.\begin{matrix}\ddot{Al}^2\\ \ddot{Fe}^2\end{matrix}\right\}\ddot{Si}$

Antophyllit.

Zweidrittel-kieselsaure Thonerde-Talkerde, *Seifenstein,* $\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2+\ddot{Al}\ddot{Si}^2+6\dot{H}$

Zweidrittel-kieselsaure Talkerde mit drittel-kieselsaurer Thonerde, *Dichroit.*

*a.* Blauer Dichr., *Steinheilit,* $\dot{Fe}^3\ddot{Si}^2+2\ddot{Al}\ddot{Si}+2[\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2+3\ddot{Al}\ddot{Si}]$

*b.* Rother Dichroit (harter Fahlunit) $\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2+3\left.\begin{matrix}\ddot{Al}\\ \ddot{Fe}\end{matrix}\right\}\ddot{Si}$

Drittel-kieselsaur. Manganoxydul-Eisenoxydul mit drittel-kieselsaurer Thonerde, *Karpolith,* $\left.\begin{matrix}\dot{Mn}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\ddot{Si}+3\ddot{Al}\ddot{Si}+6\dot{H}$

G. Silicate von Thonerde und Metalloxyden.

Basisch-kieselsaures Thonerde-Eisenoxyd, *Staurotid*, $6\ddot{A}l^4\ddot{S}i + \ddot{F}e^4\ddot{S}i$

Basisch-kieselsaures Thonerde-Kupferoxyd, *Allophan*,

H. Silicate, die Beryllerde enthalten.

Kieselsaure Thonerde und Beryllerde.

*a.* Smaragd und Beryll $\ddot{B}e\ddot{S}i^4 + 2\ddot{A}l\ddot{S}i^2$

*b.* Euclas $\ddot{B}e\ddot{S}i^2 + 2\ddot{A}l\ddot{S}i$

Basisch-kieselsaure Thonerde mit Beryllerde-Aluminat, *Cymophan*, $\ddot{A}l^4\ddot{S}i + 2\ddot{B}e\ddot{A}l^4$

Drittel-kieselsaures Beryllerde-Eisenoxyd mit zwei drittelkieselsaurem Manganoxydul und Manganoxysulfuretum, *Helvin*, $3\,\dot{M}n\dot{M}n + \dot{M}n^3\ddot{S}i^2 + 2[\ddot{B}e\ddot{S}i + \ddot{F}e\ddot{S}i]$

I. Silicate, die Yttererde und Ceroxydul enthalten.

Drittel-kieselsaure Yttererde mit sechstel-kieselsaur. Uranoxydul-Eisenoxydul, *Gadolinit* von *Ytterby*, *Finbo* und *Broddbo*, $\dot{F}e^6\ddot{S}i + 2\dot{Y}^3\ddot{S}i$ $[\dot{C}e^6\ddot{S}i + 2\dot{Y}^3\ddot{S}i]$

Drittel-kieselsaure Yttererde, gemengt mit Silicaten von Kalkerde, Beryllerde, Ceroxydul, Eisenoxydul u. Manganoxydul in anscheinend unbestimmten Verhältnissen u.

in geringer Menge, *Gadolinit* von *Kårarfvet*, $\dot{Y}^3\,\ddot{S}i$

Drittel-kieselsaure Verbindungen von Yttererde, Ceroxydul, Thonerde, Kalkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul, die noch nicht auf eine bestimmte Formel gebracht werden können.

Cerin von Bastnäs.

Orthit von Finbo.

Pyrorthit von Kårarfvet.

### Titansäure und titansaure Salze.

Titansäure $\ddot{T}i$

*a.* Anatas.

*b.* Rutil.

Dreifach titansaurer mit doppeltkieselsaurem Kalk, *Sphène*, $\dot{C}a\ddot{T}i^3 + \dot{C}a\,\ddot{S}^2$

Titansaurer Kalk mit titansaurem Ceroxydul, Uranoxydul, Eisenoxydul u. Manganoxydul, *Pyrochlor* von *Fredriksvärn*,

Titansaure Zirkonerde, Yttererde, Ceroxydul, Manganoxydul, Eisenoxydul, Kalk u. s. w., *Polymignit* v. *Fredriksvärn*.

Sogenannter Gadolinit aus Sibirien *)

*) Ein von Herrn Menge aus Sibirien mitgebrachtes Mineral, das seinem Aeufseren nach für Gadolinit ausgegeben worden ist, aber aus einem Titanate besteht.

Titansaures Eisenoxydul in mehreren Sättigungsstufen, *Titaneisen.*

### Tantalsäure und tantalsaure Salze.

Drittel-tantalsaure Kalkerde u. Yttererde, gemengt mit ein wenig wolframsaurem Eisenoxydul, *Dunkler Yttrotantalit* $\left.\begin{matrix}\dot{Y}^3\\ \dot{Ca}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Ta}$

Drittel-tantalsaure Kalkerde und Yttererde mit einer bedeutenderen Quantität v. drittelwolframsaurem Eisenoxydul, *Schwarzer Yttrotantal,* $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Y}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\dddot{Ta}\\ \ddot{W}\end{matrix}\right.$

Drittel-tantalsaure Yttererde u. Uranoxyd, *GelberYttrotantal,* $\left.\begin{matrix}\dot{Y}^3\\ \ddot{U}\end{matrix}\right\}\dddot{Ta}$

*Fergusonit* v. Kikertaursak.

Neutrales tantalsaures Eisenoxydul-Manganoxydul, *Kimito-Tantalit,* $\dot{Fe}\dddot{Ta}+\dot{Mn}\dddot{Ta}$

Dieselbe Verbindung, gemengt mit einem Stannat derselben Basen, *Finbo-Tantalit,* $\left.\begin{matrix}\dot{Mn}\\ \dot{Fe}\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\dddot{Ta}\\ \ddot{Sn}\end{matrix}\right.$

Neutrale Tantalate v. Kalkerde, Eisenoxydul u. Manganoxydul, mit Wolframiaten u. Stannaten derselb. Basen, *Broddbo-Tantalit,* $\left.\begin{matrix}\dot{Mn}\\ \dot{Fe}\\ \dot{Ca}\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\dddot{Ta}\\ \ddot{W}\\ \ddot{Sn}\end{matrix}\right.$

Zwei drittel-tantalsaures Eisenoxydul-Manganoxydul, *Bodenmais-Tantalit,* $\dot{Mn}^3\dddot{Ta}^2+\dot{Fe}^3\dddot{Ta}^2$

*Tantalit* von Haddam in Connecticut.

Tantaloxyd-Eisenoxydul-Manganoxydul, *Zimmtbrauner Tantalit* von *Kimito*.

### Antimonoxyde.

| | |
|---|---|
| Antimonoxyd, *Weifsspiesglanzerz*, | $\dddot{Sb}$ |
| Antimonige Säure | $\dddot{Sb}$ |
| Antimon-Oxysulfuret, *Rothspiesglanzerz*, | $\dddot{Sb} + 2\overset{m}{Sb}$ |

### Wolframsäure und wolframsure Salze.

| | |
|---|---|
| Wolframsäure | $\ddot{W}$ |
| Wolframsaurer Kalk, *Tungstein*, | $Ca\ddot{W}$ |
| Wolframsaures Eisenoxydul-Manganoxydul, *Wolfram*, | $\dot{Mn}\ddot{W} + 3\dot{Fe}\ddot{W}$ |
| Wolframsaures Bleioxyd | $\dot{Pb}\ddot{W}$ |

### Molybdänsäure und molybdänsaure Salze

| | |
|---|---|
| Molybdänsäure von Bispberg | $\ddot{Mo}$ |
| Molybdänsaures Bleioxyd | $\dot{Pb}\ddot{Mo}$ |

### Chromsäure und chromsaure Salze

| | |
|---|---|
| Chromoxydul, *Chromocker*, | $\ddot{Ch}$ |
| Chromoxydul-Eisenoxydul, *Chromeisen* *) | $\dot{Fe}\ddot{Ch}$ |
| Chromsaures Bleioxyd, *Rothbleierz* | $\dot{Pb}\ddot{Ch}$ |

*) Zuweilen mehr oder weniger gemengt mit Eisenoxydul-Alumin $\dot{Fe}\left\{\begin{matrix}\ddot{Ch}\\ \ddot{Al}\end{matrix}\right.$ und einige Mal oxydirt zu $\ddot{Fe}\ddot{Ch}$

| | |
|---|---|
| Drittel-chromsaures Bleioxyd-Kupferoxd, *Vauquelinit*, | $\dot{C}u^3\ddot{C}h + 2\dot{P}b^3\ddot{C}h$ |

Borsäure und borsaure Salze.

| | |
|---|---|
| Borsäure, *Sassolin*, | $\dddot{B} + 6\dot{H}$ |
| Borsaures Natron, *Tinkal*, | $\dot{N}a\dddot{B}o + 10\dot{H}$ |
| Halb-borsaure Talkerde, *Boracit*, | $\dot{M}g^2\dddot{B}o$ |
| Neutrale borsaure und doppelkieselsaure Kalkerde, *Datholit*, | $\dot{C}a\dddot{B}o + \dot{C}a\ddot{S}i^2$ |
| Halb-borsaure und doppelt-kieselsaure Kalkerde, *Botryolith*, | $\dot{C}a^2\dddot{B}o + 2\dot{C}a\ddot{S}i^2 + 2\dot{H}$ |

Silicate von mehreren Basen mit einem oder mehreren Boraten in geringer Menge, deren Wesentlichkeit ungewifs ist.

| | |
|---|---|
| Turmalin | $\dot{K}, \dot{L}, \dot{N}a, \dot{M}g, \dot{F}e, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \dddot{B}o$ |
| *a.* Kali-Turmalin, *Schörl*, | |
| *b.* Lithion- (und Natron-) Turmalin, *Rubellit*, *Tourmaline apyre*, | |
| Axinit | $\dot{C}a, \dot{F}e, \dot{M}n, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \dddot{B}o$ |

Kohlensäure und kohlensaure Salze.

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | $\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Natron, *Soda*, | $\dot{N}a\ddot{C} + 10\dot{H}$ |
| *Trona*, | $\dot{N}a^2\ddot{C}^3 + 4\dot{H}$ |
| Kohlensaure Baryterde, *Witherit*, | $\dot{B}a\ddot{C}$ |
| Kohlensaure Strontianerde, *Strontianit*, | $\dot{S}r\ddot{C}$ |
| Kohlensaure Kalkerde, *Kalkspath*, | $\dot{C}a\ddot{C}$ |
| Kohlensaurer Natron-Kalk, *Gay-Lussit*, | $\dot{C}a\ddot{C} + \dot{N}a\ddot{C} + 6\dot{H}$ |

| | |
|---|---|
| Kohlensaurer Baryt-Kalk, *Baryto-Calcit*, | $\dot{Ba}\ddot{C}+\dot{Ca}\ddot{C}$ |
| Kohlensaure Talkerde | $\dot{Mg}\ddot{C}$ |
| *a.* Magnesia-Marmor von Hoboken. | |
| *b.* Magnesit. | |
| *c.* Wasserhaltige krystallisirte kohlensaure Talkerde von Hoboken | $\dot{Mg}\ddot{C}+6\dot{H}$ |
| Kohlensaure Kalk- und Talkerde, *Bitterspath*, | $\dot{Ca}\ddot{C}+\dot{Mg}\ddot{C}$ |
| und | $\left.\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Mg}\end{matrix}\right\}\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Manganoxydul v. Freiberg (gemengt mit $\dot{Ca}\ddot{C}$ und $\dot{Fe}\ddot{C}$) | $\dot{Mn}\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Eisenoxydul, *Braunspath*, *Spatheisenstein*, (gemengt mit $\dot{Ca}\ddot{C}$ u. $\dot{Mn}\ddot{C}$) | $\dot{Fe}\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Zinkoxyd, *Gallmey*, | $\dot{Zn}\ddot{C}$ |
| Halb kohlensaures Zinkoxydhydrat, *Zinkblüthe*, | $2\dot{Zn}\dot{H}^3+3\dot{Zn}^2\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Zinkoxyd-Kupferoxyd aus Sibirien. | |
| Kohlensaures Ceroxydul | $\dot{Ce}\ddot{C}$ |
| Kohlensaures Bleioxyd, *Weifsbleierz*, | $\dot{Pb}\ddot{C}$ |
| Neutrales kohlensaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat, *Kupferlasur*, | $\dot{Cu}\dot{H}+2\dot{Cu}\ddot{C}$ |
| Halb-kohlensaures Kupferoxyd, *Malachit*, | $\dot{Cu}^2\ddot{C}+\dot{H}$ |

### Arsenige Säure und arseniksaure Salze.

| | |
|---|---|
| Arsenige Säure, *Weiſser Arsenik*, | $\ddot{A}s$ |
| Arseniksaurer Kalk, *Pharmacolith*, | $\dot{C}a^2\ddot{A}s+6\dot{H}$ |
| und | $\dot{C}a^2\ddot{A}s+4\dot{H}$ |
| Arseniksaures Eisenoxydul | |
| *a.* Scorodit | ? |
| *b.* Neutrales arseniksaures Eisenoxydul mit basisch arseniksaurem Eisenoxyd aus Brasilien | $\dot{F}e^2\ddot{A}s+2\dot{F}\ddot{A}s+12\dot{H}$ |
| *c.* Würfelerz aus Cornwall | $\dot{F}e^3\ddot{A}s+\dot{F}\ddot{A}s^2+18\dot{H}$ |
| Basisch arseniksaures Kobaltoxyd von Schneeberg | $\dot{C}o^5\ddot{A}s+5\dot{H}$ |
| Arsenigsaures Kobaltoxyd von Schneeberg. | |
| Halb-arseniksaures Nickeloxyd von Baudenberg. | |
| Arseniksaures Kupferoxyd aus Cornwall. | |

### Phosphorsäure und phosphorsaure Salze.

| | |
|---|---|
| Halb-phosphorsaure Yttererde von Lindesneſs | $\dot{Y}^3\ddot{P}$ |
| Halb-phosphorsaur. Eisenoxydul | $\dot{F}e^3\ddot{P}+6\dot{H}$, $\dot{F}e^6\ddot{P}+\dot{H}$ |
| Basisch-phosphorsaures Kupferoxyd. | |
| *a.* Von Ehrenbreitstein | $\dot{C}u^5\ddot{P}+5\dot{H}$ |
| *b.* Von Libethen | $\dot{C}u^6\ddot{P}+2\dot{H}$ |
| Basisch phosphorsaure Thonerde. | |
| *a.* Wawellit | $\ddot{A}l^6\ddot{P}^3+36\dot{H}$ |
| vermuthlich gemengt mit | $AlF+6\dot{H}$ |

*b.* Lazulith von Radelgraben und Kriegluch — $\dot{Al}^4\ddot{P}^3$ mit $\dot{Mg}^4\ddot{P}$ und $\dot{Fe}^4\ddot{P}$ in veränderlichen Verhältnissen.

*c.* Kalait.

Halb-phosphorsaures Thonerde-Lithion, *Amblygonit*, $\dot{L}^2\ddot{P}+\dot{Al}^4\ddot{P}^3$

Drei viertel-phosphorsaurer Uranoxyd-Kalk, *Uranit* von *Autun*, $\dot{Ca}^3\ddot{P}+2\ddot{U}\ddot{P}+24\dot{H}$ gemengt mit $\dot{Ba}^3\ddot{P}$

Dreiviertel-phosphorsaures Uranoxyd-Kupferoxyd, *Chalcolith*, $\dot{Cu}^3\ddot{P}+2\ddot{U}\ddot{P}+24\dot{H}$

Silicate mit Phosphaten

Sordawalit — $\dot{Mg}^2\ddot{P}+2\dot{H}$ *)

Schwefelsäure und schwefelsaure Salze.

Schwefelsaures Natron, *Glaubersalz* **), $\dot{Na}\ddot{S}+10\dot{H}$

Schwefelsaures Kalk-Natron, *Glauberit*, $\dot{Na}\ddot{S}+\dot{Ca}\ddot{S}$

Schwefels. Baryterde, *Schwerspath*, $\dot{Ba}\ddot{S}$

Schwefelsaure Strontianerde — $\dot{Sr}\ddot{S}$

Schwefelsaure Kalkerde

*a.* Anhydrit — $\dot{Ca}\ddot{S}$

*b.* Gyps.

Schwefelsaure Talkerde — $\dot{Mg}\ddot{S}+6\dot{H}$

Schwe-

*) Wahrscheinlich gemengt mit einem Fossile, zusammengesetzt aus: $\dot{Mg}^3\ddot{S}^2+\dot{Al}\ddot{S}i^2+2[\dot{Fe}^3\ddot{S}i^2+\dot{Al}\ddot{S}i^2]$

**) Hieher ist auch das wasserfreie schwefelsaure Natron (Thenardit) zu rechnen, das Casaseca unweit Aranguez entdeckt hat (Annal. chim. et de phys. XXXII. p. 308.)

| | |
|---|---|
| Schwefelsaures Kali, schwefelsaure Kalk- und Talkerde, *Polyhalit* | $\dot{K}\ddot{S}+\dot{M}g\ddot{S}+2\dot{C}a\ddot{S}+2\dot{H}$ |
| Schwefelsaures Zinkoxyd, *Zinkvitriol*, | $\dot{Z}n\ddot{S}+6\dot{H}$ |
| Schwefelsaures Eisenoxydul | $\dot{F}e\ddot{S}+6\dot{H}$ |
| Basisch-schwefelsaures und arseniksaures Eisenoxyd, *Eisensinter*, | $\ddot{F}e\ddot{S}^{2}+2\ddot{F}e\ddot{A}s+81\dot{H}$ |
| Drittel-schwefelsaures Kobaltoxyd von Biber | $\dot{C}o^{3}\ddot{S}+8\dot{H}$ |
| Schwefelsaures Bleioxyd, *Bleivitriol*, | $\dot{P}b\ddot{S}$ |
| Schwefelsaures und kohlensaures Bleioxyd. | |
| Schwefelsaures Thonerde-Kali, *Alaun*, | $\dot{K}\ddot{S}+\ddot{A}l\ddot{S}^{3}+24\dot{H}$ |
| Basisch-schwefelsaures Thonerde-Kali, *Alaunstein*, | |
| Schwefelsaures Thonerde-Ammoniak, *Ammoniakalaun*, | $\dot{A}H^{3}\ddot{S}+\ddot{A}l\ddot{S}^{3}+26\dot{H}$ |
| Drittel-schwefelsaure Thonerde, *Aluminit*, | $\ddot{A}l\ddot{S}+9\dot{H}$ |
| Basisch-schwefelsaures Uranoxyd von Joachimsthal. | |

Silicate von Natron, Kalk u. Thonerde, vereinigt mit Sulphaten.
Lapis Lazuli.
Haüyne und Nosian.

## IV. *Verbindungen von Salzbildern.*

### Chlormetalle.

| | |
|---|---|
| Chlornatrium, *Kochsalz*, | $\dot{N}a\dot{C}l$ |
| Chlorammonium, *Salmiak*, | $\dot{A}H^{4}\dot{C}l$ |

| | |
|---|---|
| Chlorblei, *Cotunnit*, | $\dot{Pb}\,\dot{Cl}$ |
| Basisches Chlorblei von Mendiff, | $\dot{Pb}\,\dot{Cl}+2\dot{Pb}$ |
| Basisches Chlorkupfer, *Salzsaures Kupfer*, | $\dot{Cu}\,\dot{Cl}+3\dot{Cu}+4\dot{H}$ |
| Chlorsilber, *Hornsilber*, | $\dot{Ag}\,\dot{Cl}$ |
| Chlorquecksilber, *Hornerz*; | $\dot{Hg}\,\dot{Cl}$ |

Silicate mit Chlormetallen.

| | |
|---|---|
| Sodalith vom Vesuv | $\dot{N}\,\dot{Cl}+2\ddot{Al}$ $+2[\dot{N}^3\ddot{Si}+2\ddot{Al}\ddot{Si}]$ |
| Sodalith von Grönland | |
| Pyrosmalith | $\dot{Fe}\,\dot{Cl}^3+\ddot{Fe}\dot{H}^6$ $+4[\dot{Fe}^5\ddot{Si}^3+\dot{Mn}^3\ddot{Si}^2]$ |
| Zweidrittel-kieselsaures Natron, Kalk, Eisenoxydul, Manganoxydul und Zirkonerde mit Chlornatrium, *Eudialyt*, | $\dot{Na}\,\dot{Cl}\begin{cases}\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\ddot{Zr}\ddot{Si}\\ \dot{Na}^3\ddot{Si}^2+\ddot{Fe}\ddot{Si}\end{cases}$ |

Phosphate mit Chlormetallen.

| | |
|---|---|
| Phosphorsaurer Kalk mit Chlorcalcium (letzteres zuweilen durch Fluorcalcium ersetzt), *Apatit*, | $\dot{Ca}\,\dot{Cl}+3\dot{Ca}^3\ddot{P}$ |
| Phosphorsaures Bleioxyd mit Chlorblei, *Grün-Bleierz*, | $\dot{Pb}\,\dot{Cl}+3\dot{Pb}^3\ddot{P}$ |

Arseniate mit Chlormetallen.

| | |
|---|---|
| Arseniksaur. Bleioxyd mit Chlorblei, *Arseniksaures Blei*, | $\dot{Pb}\,\dot{Cl}+3\dot{Pb}^3\ddot{As}$ |

Carbonate mit Chlormetallen.

| | |
|---|---|
| Kohlensaur. Bleioxyd mit Chlorblei von Matlock | $\dot{Pl}\,\dot{Cl}+\dot{Pb}\dot{C}$ |

Fluormetalle.

| | |
|---|---|
| Fluorcalcium, *Flufsspath*, | CaF |
| Fluorcalcium mit Fluoryttrium und Fluorcerium, *Yttrocerit*, | CaF, YF, CeF |
| *a.* Von Finbo. | |
| *b.* Von Broddbo. | |
| Fluorcerium, *Flufssaures Cerium*, | CeF, gemengt mit $CeF^3$ |
| Fluorcerium mit Fluoryttrium | CeF, YF |
| Fluornatrium mit Fluoraluminium, *Kryolith*, | $3NaF + AlF^3$ |

Silicate mit Fluormetallen.

| | |
|---|---|
| Drittel-kieselsaure Talkerde mit basischem Fluormagnesium, *Chondrodit*, | $\dot{M}n\dot{M}nF^3 + \dot{M}n^3\ddot{S}i$ |
| Drittel-kieselsaure Thonerde mit basischem Fluoraluminium *Topas*, *Pycnit* | $\ddot{A}l\dot{A}lF^3 + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$ |

(Zu dieser Klasse gehören muthmafslich Hornblende, Karpolith, und vielleicht mehrere andere, in denen der Fluormetall-Gehalt noch nicht gefunden worden ist. Die Fluormetalle verbinden sich, wie die Chlormetalle, mit phosphorscuren Salzen, und wahrscheinlich gehören hieher auch Wawellit, Amblygonit, Wagnerit).

## Zweite Klasse. Mineralien, zusammengesetzt nach dem Principe für die Zusammensetzung der organischen Natur.

| | |
|---|---|
| *a.* Wenig veränderte organische Stoffe | Humus. |
| | Torf. |
| | Braunkohle. |
| | Dysodil. |
| *b.* Fossile Harze | Bernstein. |
| | Retinasphalt. |
| | Elastisches Erdpech. |
| *c.* Fossile Oele | Naptha. |
| | Petroleum. |
| *d.* Bitumen | Erdpech. |
| | Asphalt. |
| Steinkohlen | Steinkohle. |
| | Kennelkohle. |
| Salze | Honigstein. |

---

Ich darf bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen, dafs ein Versuch, die Mineralien nach ihrem elektro-negativen Bestandtheile zu classificiren, vor einigen Jahren von dem französischen Mineralogen Beudant gemacht worden ist *).

Zur Annahme dieses Classificationsprincips findet sich Beudant dadurch bewogen, dafs der elektro-negative Bestandtheil einer Verbindung dieselbe auf eine ausgezeichnetere Art characterisirt, als der elektro-positive. Man könnte glauben, dafs zwischen Beudant's System und dem eben angeführten eine grofse Aehnlichkeit herrschen müsse; diefs ist jedoch nicht der Fall.

*) *Traité élémentaire de Minéralogie*, par F. S. Beudant. Paris 1824.

Das von mir aufgestellte System ist durchaus wissenschaftlich, und gründet sich auf ein rein wissenschaftliches Princip, nämlich auf die elektro-chemischen Beziehungen zwischen den einfachen Körpern. Bessere Beobachtungen dieser Beziehungen oder Erweiterungen unserer jetzigen Kenntnisse können Veränderungen in demselben herbeiführen, aber keine solcher Veränderungen kann willkührlich werden.

Beudant's System dagegen ist seiner Grundlage nach ein künstliches, und stützt sich nur im Einzelnen auf ein wissenschaftliches Princip, nämlich auf das: bei jedem Körper diejenigen Verbindungen aufzuführen, welche er mit elektro-positiven Körpern eingeht. Die artificielle Basis besteht in einer von Ampère gemachten Aufstellung der einfachen Körper, worin dieselben, nach gewissen ihrer äufseren Eigenschaften geordnet, eine in sich selbst zurücklaufende Reihe bilden, nämlich folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Silicium | |
| | Bor | | Tantal |
| | Kohlenstoff | | Molybdän |
| | Wassertsoff | | Chrom |
| | Stickstoff | | Wolfram |
| | Sauerstoff | | Titan |
| | Schwefel | | Osmium |
| | Chlor | | Rhodium |
| | Fluor | | Iridium |
| | Jod | | Gold |
| | Selen | Gazolyte | Platin |
| | Tellur | | Chroïcolyte Palladium |
| | Phosphor | | Kupfer |
| | Arsenik | | Nickel |
| | Antimon | | Eisen |
| | Zinn | | Kobalt |
| | Zink | | Uran |
| | Cadmium | | Mangan |
| | Wismuth | Leucolyte | Cerium |
| | Quecksilber | | Zirkonium |
| | Silber | | Aluminium |
| | Blei | | Beryllium |
| | Natrium | | Yttrium |
| | Kalium | | Magnesium |
| | Lithium | | Calcium |
| | Barium | | Strontium |

Dieser Aufstellung liegen zwei Eigenschaften zum Grunde: 1) Flüchtigkeit, entweder für sich oder in Verbindung mit Chlor und Fluor; durch diese werden die sogenannten Gazolyte bestimmt. 2) Die Farbe der oxydirten Verbindungen; die farblosen werden Leucolyte, die farbigen Chroïcolyte genannt. Ampère's Aufstellung hat, unter einem gewissen Gesichtspunkte betrachtet, recht viel Interesse; aber sie ist nicht so unabhängig von individueller Ansicht, dafs sie als Grundlage einer wissenschaftlichen Aufstellung dieser Körper genommen werden kann. Es bedarf übrigens keiner grofsen Kenntnifs, um einzusehen, dafs die Zurücklaufung der Reihe in sich selbst durchaus künstlich ist, da in derselben, ihrer Gasförmigkeit wegen, drei der ungleichartigsten Körper in der Natur, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, neben einander gestellt sind. Das Künstliche in dieser Anordnung zeigt sich überdiefs noch dadurch, dafs sich mehrere dergleichen von demselben Interesse aufstellen lassen, z. B. nach den beiden Eigenschaften: Feuerbeständigkeit und Geschmack der Oxyde oder deren Verbindungen. Wie in der vorgehenden Anordnung unter Gasförmigkeit, kann man in dieser unter Feuerbeständigkeit das Ungleichartigste zusammenstellen, und dann die Reihe so bilden, dafs man vom sauren Geschmack zum zusammenziehenden, süfsen, bittern, salzigen, und endlich zum alkalischen übergeht. Alle solche Vergleichungen sind zwar interessant, können aber niemals einen zulässigen Grund für eine systematische Aufstellung der Körper abgeben.

Noch ein Umstand, worin sich Beudant's System sehr wesentlich von dem hier aufgeführten unterscheidet, besteht darin, dafs das elektro-negativste Element, welches die Hauptmasse der elementaren Bestandtheile unserer Gebirge ausmacht, nämlich der Sauerstoff, in diesem Systeme keine eigene Klasse bildet. Diefs ist ein wirklicher Fehler gegen das Princip. Ueberdiefs hat Beu-

dant gesucht, bei jedem Metalle auch seine Oxyde aufführen zu können, und dadurch ist also dieſs System noch künstlicher wie zuvor geworden.

---

## II. *Ueber die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten; von den HH. Colladon und Sturm aus Genf.*

[Aus den Ann. de chim. et de phys. XXXV. p. 113. Diese Abhandlung hat den von der K. Akademie der Wissenschaften zu Paris im J. 1826 ausgesetzten Preis erhalten. Man sehe diese Annalen Bd. 83. S. 260.]

Die Untersuchungen über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten haben vor andern den Vorzug, daſs sie, bei gehörigen Vorsichtsmaſsregeln und guten Apparaten, unter sich vergleichbar und einer hohen Genauigkeit fähig sind. Bei ihnen hat man nicht mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daſs mehrere Ursachen gleichzeitig wirken und nicht von einander geschieden werden können, wodurch andere Erscheinungen so schwer zu erforschen sind. Doch darf man darum nicht glauben, daſs diese Untersuchungen ganz ohne Schwierigkeiten seyen. Die Nothwendigkeit, dem Apparate neben einer groſsen Empfindlichkeit auch eine beträchtliche Stärke zu geben, führt Unfälle herbei, in Folge deren man zuweilen eine langwierige Arbeit wieder von vorne beginnen muſs. Deshalb rechnen wir im Voraus auch auf Nachsicht gegen die Unvollkommenheiten, die man etwa in einigen Theilen dieser Abhandlung bemerken könnte. Ueberzeugt, daſs der Hauptverdienst einer Arbeit dieser Art in der möglichsten Genauigkeit der Versuche liege, haben wir weniger gesucht, zahlreiche, als vielmehr recht genaue Resultate zu geben, und uns mehr damit beschäftigt, die Versuche zu wiederholen, als sie zu vervielfältigen. Die-

ser Grundsatz mag es auch rechtfertigen, dafs wir unsere Vorsichtsmafsregeln in Betreff der Anordnung und des Gebrauchs der einzelnen Theile des Apparats so ausführlich beschrieben haben. Eine solche Ausführlichkeit hat uns nöthig geschienen, um unsern Resultaten Glaubwürdigkeit zu verschaffen. Was die angewandten Flüssigkeiten betrifft, so haben wir immer möglichst reine und concentrirte ausgewählt, und vorzüglich auf diejenigen Werth gelegt, deren Zusammensetzung feste Regeln zu befolgen scheint und genau bekannt ist.

Die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten zu messen, kann zwar für mehrere Aufgaben in der Physik und Chemie von Nutzen seyn; allein es hat wenig Werth bei denjenigen Substanzen, die nicht immer von gleicher Beschaffenheit dargestellt werden können, und die deshalb bei jedem Versuche andere Resultate liefern. Es geht hiemit, wie mit den Untersuchungen über die Ausdehnung der Oele. Wenn es sich um Anwendungen derselben zu thermometrischen Bestimmungen handelt, haben diese Messungen einigen Nutzen; aber unter einem allgemeinen Gesichtspunkte betrachtet, können sie nur ein sehr untergeordnetes Interesse darbieten.

Gewifs ist es unmöglich, einige der Flüssigkeiten, mit denen wir gearbeitet haben, von völlig gleicher Beschaffenheit zu erhalten; allein die Verschiedenheit, welche sich im Zustande der möglichsten Reinheit noch bei ihnen finden, scheinen auf ihre Zusammendrückbarkeit keinen merklichen Einflufs auszuüben.

Was den zweiten Theil der Preisfrage, die Bestimmung der Temperaturerhöhung bei der Zusammendrükkung von Flüssigkeiten, betrifft, so waren die in dieser Hinsicht beobachteten Gröfsen so gering, dafs wir sie nicht zu messen vermochten. Deshalb haben wir uns auch nur darauf beschränkt, zu erweisen, dafs es wirklich Flüssigkeiten giebt, bei denen die Zusammendrükkung von einer wahrnehmbaren Wärmeentwickelung be-

gleitet wird. Ueberdiefs haben wir zu ermitteln gesucht, ob die durch Druck hervorgebrachte Zusammenziezung einen merklichen Einflufs auf das elektrische Leitvermögen ausübe. Diese Untersuchung wird zwar in dem Programme nicht verlangt, hat uns aber doch nicht unpassend geschienen, da sie mit dem Gegenstand der Preisfrage in unmittelbarer Beziehung steht.

Die Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalls in Flüssigkeiten ist eine der wichtigsten Anwendungen, welche die Messung der Zusammendrückbarkeit dieser Körper zuläfst. Da Newton's Formel für die Geschwindigkeit des Schalls in Luft, von Laplace auf starre und flüssige Körper, deren Compression gemessen werden kann, angewandt worden ist, so bietet die Prüfung dieser Formel einen ausgezeichneten Gegenstand zu Versuchen dar, zumal hiedurch auch ausgemittelt werden kann, ob die Zusammendrückung mit einer merklichen Temperaturerhöhung verbunden ist. Wir haben zu diesem Behufe die Geschwindigkeit des Schalls im Wasser direct gemessen, und gleichzeitig auch die Zusammendrückbarkeit desselben Wassers. Die Uebereinstimmung der Geschwindigkeit, die wir durch diese Beobachtungen gefunden haben, mit derjenigen, die sich aus der Formel unabhängig von jedem Wärmeanwuchs ergiebt, hat die Resultate unserer Versuche, dafs bei der Zusammendrükkung wenig Wärme entwickelt wird, vollkommen bestätigt.

Die gegenwärtige Abhandlung zerfällt in vier Abtheilungen. Die erste handelt von der Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, die zweite: von der bei der Zusammendrückung entwickelten Wärme, die dritte: von dem Einflufs des Drucks auf das elektrische Leitvermögen der Körper, und die vierte endlich: von der Geschwindigkeit des Schalls im Wasser, verglichen mit der Theorie.

§. 1

Die ersten Untersuchungen der Physiker über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten schreiben sich vom Ende des 17ten Jahrhunderts her. Damals hatten physikalische Experimentaluntersuchungen, durch Galilei's und Torricelli's Entdeckungen, die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich gezogen. Mariotte hatte das Gesetz der Zusammendrückung der Luft schon aufgefunden; und die Mitglieder der *Academia del cimento* vereinigten sich zu einer Reihe von gemeinschaftlichen Untersuchungen über die Eigenschaften der Körper und Inponderabilien. Da sie den richtigen Schlufs machten, dafs das Wasser zusammendrückbar seyn müsse, weil es den Schall zu leiten vermöge; so stellten sie eine Menge Versuche an, um die Volumensverringerung desselben sichtbar zu machen. Zu diesem Behufe liefsen sie am Ende einer langen und engen Glasröhre eine Kugel blasen, und füllten sie und einen Theil der Röhre, der mit einer Skale versehen war, mit Wasser. Hierauf krümmten sie die Röhre und schmolzen an das andere Ende derselben einen Behälter an, der gleichfalls mit Wasser gefüllt war. Hierauf tauchten sie die Kugel in schmelzendes Eis und erhitzten das Wasser in dem Behälter. Indem nun dieses Wasser sich ausdehnte und in die Röhre stieg, comprimirte es die in derselben enthaltene Luft, und übte mittelst dieser einen Druck auf das in der Kugel eingeschlossene Wasser aus.

Es scheint, dafs sie auf diese Weise einen ziemlich starken Druck hervorbrachten, weil sie die Kugel und den Behälter später von Metall verfertigen mufsten, um das Zerbersten derselben zu verhüten. Dennoch nahmen sie keine merkliche Volumensverringerung gewahr. Diefs würde unerklärlich seyn, wenn nicht einzusehen wäre, dafs durch die Temperaturdifferenz zwischen dem Behälter und der Kugel eine fortwährende Destillation entstehen mufste, welche in dem Maafse, als der Druck zu-

nahm, die Menge des Wassers in der Kugel vermehrte. Hätten sie statt der Luft eine Säule von Oel oder einer ähnlichen Flüssigkeit zur Uebertragung des Druckes angewandt, so würden sie ohne Zweifel die Zusammendrückbarkeit des Wassers wahrgenommen haben.

Bei einem andern Versuche gebrauchten sie in einem Apparate, der dem von Mariotte ähnlich war, eine 24 Fufs hohe Säule von Quecksilber als Druckmittel. Allein da auch hiebei die Resultate nicht entscheidender waren, so füllten sie eine hohle Kugel von Silber ganz mit Wasser, verschlossen sie hermetisch und setzten sie nun einem heftigen Drucke aus. Die Kugel nahm in dem Maafse an Volumen ab, als sie ihre Form verlor; allein es sickerte auch Wasser durch die Poren der Metallhülle und sammelte sich auf der Oberfläche derselben in Tropfen.

Aus diesen Versuchen folgerten sie, nicht dafs das Wasser incompressibel sey, sondern dafs seine Compressibilität nicht auf dem Wege des Experiments sichtbar gemacht werden könne. Und diese Meinung wurde allgemein angenommen.

Im J. 1761 nahm ein genauer Physiker, John Canton, diese wichtige Aufgabe wiederum vor. Nachdem er sich zuvor von der Zusammendrückbarkeit des Wassers überzeugt hatte, machte er sehr genaue Versuche, um die Gröfse derselben zu messen.

Die Arbeit von Canton beschränkte sich nicht blofs auf das Wasser. In einer zweiten Abhandlung, die er bald nach der ersten schrieb, zeigte er, dafs mehrere Flüssigkeiten zusammendrückbar, wie das Wasser, seyen. Seine Methode, die seitdem von Herrn Oersted vervollkommt ist, bestand darin, dafs er die Flüssigkeiten in Apparaten zusammendrückte, die nach Art der Thermometer aus einer grofsen Kugel und einer sehr engen, oben offenen Röhre gebildet waren. Um das Volumenverhältnifs zwischen der Kugel und der capillaren Röhre

zu bestimmen, füllte er jede für sich mit Quecksilber, und wog die Menge desselben in beiden Fällen. Nachdem dieses Volumenverhältnifs bekannt war, versah er die Röhre mit einer in gleiche Grade getheilten Skale; jedes Stück der Röhre, das einem dieser Grade entsprach, war alsdann ein sehr kleiner und bekannter Bruchwerth des Volumens der Kugel. Wenn man die in der Röhre enthaltene Flüssigkeit comprimirt, so theilt sich die Compression der ganzen Masse der Flüssigkeit mit, die in dem Apparate eingeschlossen ist; und wenn sie wirklich compressibel ist, wird die Höhe der Säule in der Röhre abnehmen, und die Volumensverringerung mittelst der Skale an der Röhre gemessen werden können. Wenn aber der Druck nur von innen auf die Kugel wirkt, so dehnt er sie aus und vermehrt ihr Volumen. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, brachte Canton seinen Apparat unter einen Recipicienten, in welchem er nun den Druck der Atmosphäre vermehrte oder verringerte; auch hatte er die Kugel in Wasser gestellt, damit die mit der Compression der Luft verbundenen Temperaturveränderungen nicht auf dieselbe einwirken konnten. Da das Ende der Röhre offen war, so erlitt die Kugel von innen und aufsen einen gleichen Druck, und sie konnte also ihr Volumen nicht verändern. Die Depression, welche die Flüssigkeit in dem Rohre erlitt, war folglich genau das Maafs der Verdichtung derselben.

Obgleich diese Versuche mit Sorgfalt angestellt waren, so schenkte man ihnen doch nicht das Vertrauen, welches sie verdienten. Erst durch die berühmten Versuche des Herrn Perkins, und durch die noch genaueren des Herrn Oersted wurde die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen interessanten Gegenstand zurückgerufen. Die Versuche des Ersteren erstrecken sich bis auf Compressionen von dem Gewichte mehrerer Hunderte von Atmosphären: allein seine Resultate können durch zwei Umstände einen nachtheiligen Einflufs erlitten haben; näm-

lich durch das Eindringen von Wasser in die dasselbe umschliefsenden Metallgefäfse, und durch die Schwierigkeit, nach seiner Methode die Anzahl der Atmosphären genau zu schätzen. Dagegen scheinen die Versuche des Herrn Oersted, wegen der von demselben getroffenen Vorsichtsmafsregeln, mehr Zutrauen zu verdienen; allein dieser geschickte Physiker hat nur mit Wasser von einer und derselben Temperatur gearbeitet und keinen gröfseren Druck als den von sechs Atmosphären angewandt. Es blieb also noch übrig: stärkere Compressionen vorzunehmen, nicht blofs mit Wasser, sondern auch mit mehreren anderen Flüssigkeiten von verschiedener Dichte; ferner den Einflufs zu beobachten, den die Temperatur auf die Zusammendrückbarkeit einer jeden von ihnen haben könnte; und endlich zu untersuchen, ob Wärme bei der Zusammendrückung derselben entwickelt werde. Da die Versuche von Canton nicht über drei Atmosphären hinausgehen, so haben sie keinen hinlänglichen Umfang, um gegen Beobachtungsfehler geschützt zu seyn. Das wichtige Gesetz, dafs die Condensation der Flüssigkeiten der Zahl der drückenden Atmosphären proportional sey, verlangte durchaus eine Bestätigung bei stärker zusammendrückbaren Flüssigkeiten, als das Wasser, und durch gröfsere Kräfte, als die von Canton und Oersted angewandten. Auch mufste noch auf die geringe Zusammenziehung der Glashülle, in welche die Flüssigkeit comprimirt wurde, Rücksicht genommen werden.

### Verfahren bei den Versuchen.

Der Apparat, dessen wir uns zur Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Flüssigkeiten bedient haben, besteht aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen; der eine, mifst die Volumenverringerung der einem gewissen Drucke unterworfenen Flüssigkeit, und der andere, die Gröfse dieses Druckes. Von der genauen und gleichzeitigen *Beobachtung dieser beiden* Gröfsen hängt die

Genauigkeit der Resultate ab. Damit ein Jeder beu
theilen könne, welches Zutrauen unsere Messungen ve
dienen, haben wir geglaubt, zunächst die einzelnen Thei
unseres Apparates ausführlich beschreiben, so wie auc
die Fehlerquellen, welche auf unsere Resultate Einflu
gehabt haben könnten, andeuten zu müssen.

Zu unsern Versuchen haben wir die Canton'sch
von Oersted vervollkommte Methode angewandt. S
besteht, wie schon gesagt, darin, dafs man die Flüssi
keiten in Instrumente einschliefst, die wir der Kürze ha
ber *Piezometer* nennen wollen, und der Form nach gr
fsen, oben offenen Thermometern ähnlich sind. Nachde
wir aus einer sehr grofsen Anzahl capillarer, ungefäl
einen Meter langer Röhren diejenigen ausgewählt hatte
die auf eine Länge von zwei bis drei Decimeter für vollkon
men cylindrisch gehalten werden konnten, theilten wir s
mittelst einer beweglichen Säule Quecksilber in drei od
vier Theile von gleichen Volumen, so dafs eine dies
Abtheilungen den cylindrischen Theil der Röhre einnahm

Hierauf schmolzen wir an eines ihrer Enden eine
langen cylindrischen Behälter (Fig. 1. Taf. II.) *r s* an, d
sich bei *s* in eine feine und offne Spitze verlief. Dur
sehr genaue Wägungen ermittelten wir das Volumensve
hältnifs zwischeu dem Behälter und dem der cylindrisch
Theilung der capillaren Röhre. Dazu füllten wir z
nächst den Behälter mit Quecksilber bis zum ersten The
strich auf der Röhre; darauf gossen wir diefs Quecks
ber in ein Schälchen und wogen dasselbe. Zur Erleic
terung dieser Operation diente die offne Spitze *s* am R
servoir.

Um das Volumen der cylindrischen Abtheilung zu b
stimmen, brachten wir zunächst in die Capillarröhre ei
Säule Quecksilber, von gleicher Länge mit den vier
Volumen gleichen Abtheilungen, und wogen darauf die
Quecksilber auf einer sehr empfindlichen Wage. D
Viertel seines Gewichts gab mit grofser Genauigkeit d

Volumen einer cylindrischen Portion, folglich auch das Verhältnifs dieses Volumens zu dem des Behälters.

Hierauf wurde eine in halbe Millimeter getheilte Skale an diese Abtheilung befestigt, und sie hiedurch in eine grofse Anzahl kleiner Theile von gleichen Volumen getheilt. Ueberdiefs war das Verhältnifs ihres Volumens zu dem des Behälters bekannt.

Nun füllte man das Piezometer mit der zu comprimirenden Flüssigkeit bis inclusive zur ersten cylindrischen Theilung, und darauf man verschlofs die Oeffnung *s* des Behälters, die zum Füllen gedient hatte.

Man sollte glauben, es hätte vielen Vortheil, die Capacität des Behälters am Piezometer sehr zu vergröfsern, allein es giebt eine gewisse Gränze, über welche hinaus, die totale Contraction der einem gewissen Druck unterworfenen Flüssigkeit, die Länge der Skale und des cylindrischen Theils der Röhre überschreitet. Sehr selten findet man Röhren, die auf eine Länge von mehr als 4 Decimetern für cylindrisch zu halten sind.

Canton und Oersted gebrauchten einen Index von Quecksilber, um die Bewegung der Flüssigkeits-Säule wahrzunehmen. Wir fanden, dafs dieses Mittel grofse Uebelstände mit sich führt, und verliefsen es daher gänzlich. Dagegen beobachteten wir das Ende der Flüssigkeit selbst, indem wir eine kleine Röhre mit Luft am Ende des Piezometers angebracht hatten, und zwar so, dafs die darin eingeschlossene Flüssigkeit niemals mit der äufseren in Berührung kam. Bei Flüssigkeiten, wie concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure, die Feuchtigkeiten anziehen, gebrauchten wir in der capillaren Röhre einen kleinen Index von Schwefelkohlenstoff. Diese Abänderung war hinreichend, um unsern Versuchen eine Regelmäfsigkeit zu geben, die wir zuvor nicht erhalten konnten. Den Grund hievon wird man leicht einsehen, wenn man erwägt, welche Hindernisse das Quecksilber bei seiner Bewegung in dem capillaren Rohre antrifft. So

ist z. B., wenn man einen Tropfen Quecksilber in eine horizontal befestigte, capillare Glasröhre bringt, oft ein Druck von einem oder zwei Centimeter Quecksilber unzulänglich, um denselben zu bewegen, oder wenn er sich bewegt, geschieht es nicht gleichförmig und stetig, sondern stofsweise.

Wenn man einen Index von Quecksilber gebraucht, so giebt die Beobachtung fast immer eine andere Zusammenziehung als die, welche die Flüssigkeit des Piezometers erleidet. Da überdiefs der innere Druck nicht mehr dem äufsern gleich ist, so leidet die Form der Wände, und wie wenig diefs auch seyn mag, so reicht es doch hin, um die Resultate so empfindlicher Versuche abzuändern. Aufserdem wird dieser Index durch die Flüssigkeiten in Kügelchen getheilt, und bei raschen Compressionen geht er, vermöge der erlangten Geschwindigkeit, über den Punkt hinaus, den er erreichen soll. Endlich darf man nicht glauben, dafs dieser Index die Flüssigkeiten hindere, sich an die Wände der Röhre anzulegen.

Das so verfertigte Piezometer wird in einen dicken Glascylinder *CC* (Fig. 2. Taf. II.) von 12 Decimeter Länge gesteckt, welcher an einem Ende verschlossen und am andern Ende mit einer Zwinge von Kupfer versehen ist, in der sich eine Compressionspumpe bewegt. Zur Seite des Piezometers befindet sich ein Thermometer. Das verschlossene Ende *C* des Glascylinders, welches den Behälter und die Thermometerkugel enthält, ist in einem metallenen Kasten, der mit 50 Cubicdecimeter Wasser gefüllt ist, eingeschlossen. Wir haben dem Wasser, wegen seiner grofsen Wärmecapacität, vor allen übrigen Substanzen den Vorzug gegeben. Zu den Versuchen, die bei einer etwas hohen Temperatur angestellt wurden, setzten wir diesen Kasten in einen zweiten, gröfseren, und füllten den Zwischenraum zwischen beiden mit Sand. Dieser Apparat hatte also hinlängliche Masse,

um,

um, während der zu den Versuchen nöthigen Zeit, eine feste Temperatur zu behalten. Der Cylinder konnte nach Belieben zur Seite des Kastens ein wenig gehoben oder gesenkt werden, je nachdem man bei einer niedrigern oder höheren Temperatur als die des Zimmers experimentiren wollte.

Aufser der Temperaturschwankung giebt es noch drei Ursachen, welche die Anzeigen des Piezometers abändern können, nämlich: die Adhäsion der Flüssigkeit zu den Wänden, die Verringerung des Drucks in Folge der Reibung der capillaren Säule, und endlich die geringe Menge Luft, die an den Wänden des Glases haften geblieben ist.

Den ersten beiden begegnet man, wenn man die Resultate bei zunehmenden Compressionen mit denen bei abnehmenden vergleicht, und der letzteren, wenn man die Flüssigkeit in dem Piezometer auskocht und hohe Compressionen anwendet.

### Erster Versuch. Gesetz der Zusammenziehung von Flüssigkeiten bei steigendem Drucke.

Ehe wir zu den vergleichenden Versuchen mit verschiedenen Flüssigkeiten übergingen, hielten wir es für wichtig, durch einen vorläufigen, mit grofser Sorgfalt angestellten Versuch zu bestimmen, ob die Zusammenziehung der Flüssigkeiten ein allgemeines Gesetz befolge, aus welchem man die Resultate des Versuchs vorausbestimmen und, mittelst der bei einem Druck von wenig Atmosphären gemessenen Zusammenziehung, auf die durch jeden andern Druck hervorzubringende, schliefsen könnte.

Da diese Untersuchung viele Sorgfalt in der Messung des Drucks, vor allem wenn er grofs war, erforderte, so gebrauchten wir bei derselben eine Säule Quecksilber, welche in mehreren, bis zu einer Länge von 12,3 Metern aneinander geschmolzenen Barometerröhren, aufgerichtet

wurde. Das untere Ende dieser zusammengefügten Röhre ging in einen Kasten von Eisenblech, der 0,1 Meter in der Seite hielt, und mit Quecksilber gefüllt war. Dieser Kasten stand durch eine Metallröhre in directer Communication mit dem Cylinder, welcher das Piezometer enthielt. Der Stempel unserer Compressionspumpe hatte 27 Millimeter im Durchmesser, und einen Lauf von 645 Millimeter, reichte also hin, um das Quecksilber bis zum Gipfel der aufgerichteten Röhre, deren Durchmesser 5 Millimeter betrug, zu erheben. Wegen der Senkung des Quecksilberspiegels im Kasten, im Verhältnifs seines Durchmessers zu dem der Röhre, wurden die Resultate sorgfältig corrigirt. Das Piezometer, dessen wir uns zu diesem Versuche bedienten, hatte auf einer Länge von 47 Centimetern eine vollkommen cylindrische Röhre; die Skale an demselben war in halbe Millimeter getheilt, und so sauber, dafs man noch die Viertel ablesen konnte.

Da auf den Versuch eine ziemlich lange Zeit verstrich, so arbeiteten wir bei der Temperatur 0° C., um während des ganzen Versuchs eine constante Temperatur zu haben.

Die Resultate, die wir hiedurch beim destillirten und durch Sieden von Luft befreitem Wasser erhielten, waren folgende:

Destillirtes Wasser bei 0°.

| Druck Atmosphären. | Zusammenziehung bei steigendem Druck. Halbe Millimeter. | sinkendem Druck. Halbe Millimeter. | Druck Atmosphären. | Zusammenziehung bei steigendem Druck. Halbe Millimeter. | sinkendem Druck. Halbe Millimeter. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 42 | 42 | 9 | 576 | |
| 2 | 112 | 115 | 10 | 640 | 645 |
| 3 | 179 | | 11 | 704 | |
| 4 | 248 | 250 | 12 | 771 | 774 |
| 5 | 316 | 319 | 13 | 836 | |
| 6 | 381 | 384 | 14 | 900 | 902 |
| 7 | 447 | | 15 | 967 | |
| 8 | 510 | 514 | | | |

Die Unregelmäfsigkeiten bei diesen Zahlen scheinen uns von der Reibung der Flüssigkeit in dem Haarröhrchen herzurühren, wie es auch die Versuche bei abnehmendem Druck beweisen, welche immer eine etwas gröfsere Zusammenziehung, als die bei zunehmendem Druck, gegeben haben. Trotz aller dieser Unregelmäfsigkeiten ist es unmöglich zu verkennen, dafs die Zusammendrückbarkeit für jede hinzukommende Atmosphäre stets dieselbe ist. Die beiden ersten Zahlen scheinen zwar eine etwas stärkere Zusammenziehung anzudeuten, allein diese Abweichung kann davon herrühren, dafs ein wenig Luft an den Wänden des Piezometers haften geblieben ist.

Aus diesem Versuche glaubten wir anfangs schliefsen zu dürfen, dafs die Flüssigkeiten bei ihrer Zusammenziehung einem ähnlichen Gesetze folgten, wie die starren Körper, welche sich bei gleichen Anwüchsen einer Zugkraft um gleiche Gröfsen verlängern. Allein bei einem ähnlichen Versuche mit Schwefeläther, liefs sich deutlich eine sehr merkliche Abnahme der Zusammenziehung bei Vergröfserung des Druckes wahrnehmen. Da die beim Schwefeläther erhaltenen Zahlen dieselben sind, wie diejenigen, zu welchen wir, mittelst der, bei den vergleichenden Versuchen angewandten, Methode gelangt sind; so sparen wir die Tafel, so wie dazu gehörige Erläuterung bis zum Artikel Alkohol und Schwefeläther auf, woselbst wir diese Zahlen mit denen bei anderen Flüssigkeiten gefundenen zusammenstellen werden.

### Messung der Zusammenziehung des Glases.

Wir sagten vorhin, dafs die Flüssigkeiten, deren Zusammendrückbarkeit wir messen wollten, in Glasgefäfsen eingeschlossen waren, die eine Oeffnung hatten, so dafs der Druck inwendig und auswendig auf alle Punkte der Wände gleich stark seyn mufste. Dieser Druck mufste folglich die Wände zusammenziehen und das Volumen des Behälters verringern.

Dieser Schlufs ist darauf gegründet, dafs ein Körper, welcher von einer, einem gewissen Drucke ausgesetzten, Flüssigkeit umgeben ist, nach jeder Dimension eine dem Drucke proportionale Zusammenziehung erleide, und seine Form bei der Volumensverringerung stets der ursprünglichen durchaus ähnlich bleibe. Obgleich dieser Satz nicht durch Versuche erwiesen ist, so ist er dennoch wahr; man kann sich davon überzeugen, wenn man in Gedanken den Körper in eine Menge kleiner Würfel theilt, die alle demselben Drucke unterliegen. Es sey z. B. ein starrer Körper, den wir der Vereinfachung wegen als rectangulär voraussetzen, senkrecht gegen seine Länge in eine Menge aufserordentlich dünner Schichten getheilt. Die beiden äufseren Schichten kommen, wenn sie in entgegengesetzter Richtung gedrückt werden, einander näher, und fahren darin so lange fort, bis die Rückwirkung der zweiten Schichten auf die ersten, genau dem Drucke gleich ist, der auf die Aufsenfläche der letzteren ausgeübt wird. Vermöge des Princips der Gleichheit von Action und Reaction, erleiden die zweiten Schichten auf ihrer den ersten Schichten zugewandten Fläche einen Druck, der demjenigen, welchen diese erfahren, gleich ist. Auf solche Art pflanzt sich die Wirkung bis zur Mitte fort, so dafs eine jede Schicht einen gleichen Druck erleidet, wie die beiden äufseren Schichten.

Dieselbe Schlufsfolge läfst sich auch auf die andern Dimensionen anwenden. Man sieht, dafs sich der Körper in eine grofse Anzahl von Würfeln theilen läfst, die sämmtlich auf jeder ihrer Flächen einen gleichen Druck erleiden, und dafs folglich der zusammengedrückte Körper eine Form behalten mufs, die der vor der Zusammendrückung durchaus ähnlich ist.

Beobachtet man also die Wirkung des Drucks auf eine Flüssigkeit, die in einer Glashülle enthalten ist, so ist die beobachtete Zusammenziehung dieser Flüssigkeit nur die Differenz zwischen der Volumensverringerung der

Flüssigkeit und der einer Glasmasse von gleichem Volumen mit der Flüssigkeit. Um folglich die absolute Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit zu erhalten, mufs man die des Glases genau kennen, und der beobachteten Zusammenziehung hinzufügen.

Die Verlängerung von starren Körpern durch den Zug von Gewichten zu messen, hat grofse Schwierigkeiten. Die Messung läfst sich nicht so leicht wiederholen, wie bei den Flüssigkeiten, und man kann auch nur die lineare Verlängerung und Verkürzung messen, während man bei den Flüssigkeiten die körperliche Zusammenziehung beobachtet. Bei starren Körpern mufs man also Verlängerungen von ungemeiner Kleinheit messen, und dabei jede Temperaturänderung abhalten, denn bei diesen Körpern bedarf es schon mehr als eines mittleren Drucks von 10 Atmosphären, um eine gleiche Zusammenziehung zu bewirken, wie von einer Temperaturerniedrigung von nur einem Grad bewirkt werden würde. Die von uns zu dieser Messung angewandte Vorrichtung ist folgende. Wir nahmen einen völlig geraden Glasstab, von etwas mehr als einem Meter Länge, und hingen ihn gut befestigt mit einem seiner Enden auf. Am andern Ende befestigten wir den Arm einer Wage, die das zum Ziehen bestimmte Gewicht aufnehmen sollte.

Etwas über diesem Ende war ein sehr feiner Stift befestigt, der bestimmt war, sich vor einer mikrometrischen Theilung zu verschieben. Damit diese Theilung immer einen durchaus gleichen Abstand von dem oberen Ende des Stabes behielt, steckten wir denselben in eine Glasröhre, und schmolzen ihn mit seinem oberen Theile an diese an. An das untere Ende der Röhre befestigten wir mit Wachs eine kleine Glasplatte, auf welcher ein Millimeter in 100 Theile getheilt war. Vor dieser Theilung glitt der am Glasstabe befestigte feine Stift vorüber, sobald der Stab sich durch den Zug der angehängten Gewichte verlängerte, und mittelst eines kräftigen Mikros-

kops beobachteten wir die Gröfse dieser Verlängerung. Da der Stab und die Röhre, von dem Punkte ihrer Zusammenschweifsung ab, von einander unabhängig waren, so konnte die Verlängerung des Stabes die Länge der Röhre nicht ändern. Die mikrometrische Theilung befand sich also immer in durchaus gleichem Abstande von der Löthstelle. Dieser Abstand betrug genau einen Meter. Durch eine hölzerne Scheidewand war der Beobachter vom Apparat getrennt, um Temperaturveränderungen zu verhüten. Da die Schwierigkeit, bei einer sehr starken Vergröfserung gleichzeitig die Theilung des Millimeters und das Ende des Stiftes zu beobachten, einige Ungewifsheit in den Resultaten herbeiführte, so wiederholten wir diese Messung mit der Abänderung, dafs wir die Verlängerung mittelst eines doppelten Hebels von sehr ungleichen Armen vervielfachten (Taf. II. Fig. 3. u. 4.). Diese beiden Hebel ruhten auf zwei kleinen Schneiden, die an die Röhre angeschweifst waren. Zwei kleine, zur Seite des Stabes hervorragende Stifte drückten auf das eine Ende dieser Hebel, während das andere Ende derselben, zu einer feinen Spitze ausgezogen, sich vor einer vertikalen Skale bewegte, und daselbst mittelst einer Lupe beobachtet wurde. Da der Stützpunkt von dem Ende dieser Spitze um 4 Decimeter abstand, während derselbe nur um ungefähr 5 Millimeter von dem Punkte, wo sich Hebel und Stab berührten, entfernt war; so erzeugte die Verlängerung des Stabes eine achtzigmal gröfsere Bewegung am Ende des Hebels. Wir gebrauchten zwei Hebel in zwei entgegengesetzten Richtungen, und nahmen aus ihren Anzeigen das Mittel, weil der Stab durch die Wirkung des Zuges sich in einigen Fällen der einen Seite der Röhre näherte. Da diese Näherung sehr gering war, so wurde der daraus entstehende Fehler durch die doppelte Beobachtung hinlänglich berichtigt.

Das Mittel der nach diesen beiden Methoden erhaltenen Resultate gab uns eine lineare Verlängerung von ungefähr 0,06 Millimeter für ein Gewicht von 8 Kilogrammen. Da nun der mittlere Querschnitt des Stabes 13,3 Quadratmillimeter betrug, so war, um einen, dem Drucke einer Atmosphäre gleichen Zug zu bewirken, das Gewicht eines Cylinders von Quecksilber nöthig, der 760 Millim. Höhe und 13,3 Quadratmillim. Grundfläche besafs. Ein solcher Cylinder wiegt 138,3 Grm. Folglich hatten die 8 Kilogrm. einen Zug bewirkt, der dem Druck von 57 Atmosphären gleich kam. Dividirt man die beobachtete Verlängerung, nämlich 0,06 Millim., durch 57; so findet man, dafs die Verlängerung eines Glasstabes von einem Meter Länge, für eine Atmosphäre, 11 Zehnmilliontel beträgt. Ein gleicher Druck würde diesen Stab um dieselbe Gröfse verkürzt haben. Wenn also eine Glasmasse von allen Seiten dem Drucke einer Atmosphäre ausgesetzt wird, so wird jede ihrer Dimensionen um 11 Zehnmilliontel verkürzt, und die Volumensverringerung, welche das Dreifache der linearen Zusammenziehung ist, wird 33 Zehnmilliontel betragen.

Nachdem die Zusammendrückbarkeit des Glases hiedurch bestimmt war, konnten wir unsere Untersuchungen über die der Flüssigkeiten fortsetzen. Die Vorrichtung, welche wir anfangs zur Messung des Druckes angewandt hatten, war mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Durch die Erhebung des Quecksilbers in jener langen Reihe von zusammengelötheten Röhren geschahen häufig Unfälle. Die Nothwendigkeit bis zur Höhe des Quecksilbers hinaufzusteigen, um dieselbe zu messen, zog den Versuch in die Länge. Auch war es ungemein schwierig, diese lange Quecksilbersäule, welche sich an einem der atmosphärischen Luft ausgesetzten Orte befand, stets auf gleicher Temperatur zu erhalten. Auf leichte Ausführbarkeit mufs man aber besonders bei Auswahl der

Versuche sehen, indem sie eine öftere Wiederholung der Beobachtungen gestattet, und dadurch so feinen Versuchen wie diesen die nöthige Sicherheit giebt.

Nachdem wir die Zusammendrückbarkeit des Wassers und Schwefeläthers mit Sorgfalt bestimmt hatten, waren vergleichende Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten unser Hauptziel. Bei dieser Untersuchung bedienten wir uns zur Messung des Drucks eines Luft-Manometers; gaben ihm aber eine solche Einrichtung, dafs seine Anzeigen stets vergleichbar und möglichst übereinstimmend waren.

Bei einigen vorläufigen Versuchen brachten wir diefs Manometer in den horizontalen Cylinder. Hiedurch wurde die von dem Manometer angezeigte Compression genau derjenigen gleich, welche die Flüssigkeit im Piezometer erlitt. Bei einer langen Reihe von Versuchen ist aber diese Methode unzweckmäfsig. Das Innere der Röhre wird bei der Compression bald feucht, und alsdann zertheilt sich sein Quecksilber-Index in mehrere Stücke. Da überdiefs der Cylinder, aber nur einem Theil seiner Länge nach, auf sehr verschiedene Temperaturen gebracht werden mufs, so würde das Manometer unaufhörlich geschwankt haben. Man hätte ihn um vieles verkürzen müssen, und dann wäre er nicht genau gewesen.

Um diesen Unbequemlichkeiten abzuhelfen, brachten wir das Manometer für sich in einen zweiten Glascylinder *), welcher vertikal stand, und durch eine ge-

*) Das in den vertikalen Cylinder eingeschlossene Manometer bestand aus drei Stücken von sehr verschiedenem Durchmesser, so dafs, selbst bei sehr hohen Drucken, die folgweisen Atmosphären um mehrere Grade von einander abwichen. So z. B. war der Abstand der beiden Punkte, die auf der Skale den Atmosphären 18 und 24 entsprachen, in 204 Theile getheilt, von denen jeder gröfser als 2 Millimeter war, also noch leichter den vierten Theil erkennen liefs.

krümmte Röhre von Eisen mit dem ersten Cylinder verbunden war (Taf. II. Fig. 2.).

Dadurch verpflanzte sich der Druck auf das im vertikalen Cylinder enthaltene Wasser und auf das den unteren Theil desselben einnehmende Quecksilber, auf dessen Oberfläche unser Manometer ruhte. Wenn man sich aber darauf beschränkt hätte, nur die Anzeigen des letzteren zu beobachten, so würde der beobachtete Druck keinesweges dem, welchen die Flüssigkeit im Piezometer erlitt, entsprochen haben, weil das Haarröhrchen dieses Piezometers und die Oberfläche des Quecksilbers, welches den vertikalen Cylinder theilweise füllte, nicht im Niveau standen. Zwar hätte man dieses durch eine genaue Messung der Niveaudifferenz in Rechnung nehmen können; allein da diese Beobachtung selbst einigen Fehlern unterworfen war, so zogen wir es vor, die Höhe des Quecksilbers, welche für die im Piezometer enthaltene Flüssigkeit einen Druckanwuchs von einer bestimmten Anzahl von Atmosphären entsprach, durch einen directen Versuch zu bestimmen.

Zu diesem Behufe brachten wir zur Seite dieses Piezometers in dem horizontalen Cylinder ein anderes Manometer an, welches aus drei aneinander gelötheten, gekrümmten Röhren bestand, so dafs seine ganze Länge ungefähr 3 Meter betrug. Ueberdiefs war die letzte dieser Röhren nur halb so grofs im Durchmesser, wie die andern, so dafs ihr Inhalt nur ein Achtel des ganzen Volumens betrug. Nachdem diefs Manometer mit äufserster Sorgfalt in proportionale Theile getheilt war, gebrauchten wir es zur Graduirung des vertikalen Manometers. Da sich nun das Piezometer in derselben Lage mit der graduirten Röhre befand, so folgte, dafs, nach Reduction des vertikalen Manometers auf dieselben Punkte, die Zahl der Atmosphären, durch welche die Flüssigkeit im Piezometer zusammengedrückt wurde, bekannt seyn mufste. Diese directe Messung der Atmosphären hatte

noch den Vortheil, dafs sie anzeigte, ob eine Reibung der Flüssigkeit oder irgend eine andere Ursache einen Einflufs auf die Zusammendrückungen ausübte.

Es waren nur noch die Temperaturveränderungen der in dem Manometer enthaltenen Luft, welche auf die Anzeigen dieses einen merkbaren Einflufs haben konnten, weshalb wir, um diese Aenderungen zu erfahren, zwei kleine Thermometer in den vertikalen Cylinder stellten und sorgfältig beobachteten. Man sieht, dafs wir hiedurch vollkommen vergleichbare Resultate bei den verschiedenen Flüssigkeiten erhalten konnten, und dafs, selbst wenn ein kleiner Fehler in der Theilung dagewesen, dieser Fehler ganz ohne Folgen für die Vergleichung der Resultate seyn mufste, da er bei allen Flüssigkeiten derselbe war.

Man könnte glauben, dafs die Temperaturänderungen, welche bei den Volumensänderungen des Gases im Manometer entstanden, auf die Anzeigen desselben einen Einflufs gehabt hätten; allein dagegen ist zu bemerken, dafs dieses Manometer ganz mit Wasser umgeben war, seine Wände also leicht die durch die Zusammendrükkung entwickelte geringe Menge Wärme verschlucken und fortleiten konnten, und um so mehr, da wir die Zusammendrückungen niemals plötzlich bewerkstelligten, sondern immer ziemlich langsam, um das Zerreifsen der Flüssigkeitssäule in dem Haarröhrchen zu vermeiden.

Die Erfahrung hat uns von dem geringen Einflufs dieser Temperaturerhöhung des Gases überzeugt. Denn, als wir das Manometer rasch bis zu einer gewissen Höhe erhoben, und es genau auf derselben erhielten, gleichzeitig auch die Zusammenziehung der Flüssigkeit sorgfältig beobachteten, hätten wir, wenn die Federkraft der Luft im Manometer durch eine Temperaturerhöhung merklich verändert worden wäre, eine Abnahme in der Zusammenziehung der Flüssigkeit wahrnehmen müssen, weil sich die Kraft, welche nöthig war, um das Quecksilber

auf gleicher Höhe zu erhalten, verringert haben würde, in dem Maafse, als sich die Temperatur wiederum in's Gleichgewicht stellte. Dagegen haben wir aber immer das Entgegengesetzte beobachtet. Die Flüssigkeit nämlich gebrauchte immer eine gewisse Zeit, um bei ihrer Zusammenziehung auf den wahren Punkt zu gelangen.

Die bei Versuchen über die Zusammendrückbarkeit am schwersten zu erfüllende Bedingung ist, wie wir schon gesagt haben, die wegen der Temperaturveränderungen. Denn bei den meisten Flüssigkeiten ist die Zusammenziehung, welche ein Druck von 10 bis 15 Atmosphären bewirkt, kaum derjenigen gleich, welche durch eine Temperaturerniedrigung von einem Grad erfolgt.

Um die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten unabhängig von diesen Variationen zu bekommen, haben wir daher unsere Flüssigkeiten in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten. Diese Temperatur ist fix, immer dieselbe, und am leichtesten zu erhalten.

Nachdem wir das Piezometer in die Röhre gestellt und ajustirt hatten, machten wir eine Reihe von steigenden Zusammendrückungen, von 1 bis 24 Atmosphären, und hierauf eine ähnliche Reihe von abnehmenden Zusammendrückungen. Hiedurch fand sich der Einflufs, den die Reibung der Flüssigkeit in der Röhre ausübte. Dieser ist zwar nicht beträchtlich, aber doch merklich, besonders bei Röhren von sehr kleinem Durchmesser.

Die folgenden Tafeln enthalten die Resultate über Quecksilber, Wasser, Alkohol, Schwefeläther, Schwefelkohlenstoff, Salpeteräther, Schwefelsäure, Salpetersäure, Ammoniakflüssigkeit, Essigsäure, Essigäther und Terpentinöl.

Quecksilber bei 0°

| Atmosphären. Druck. | Zusammenziehungen. | Rückwärts | |
|---|---|---|---|
| | | Atmosphären. | Zusammenziehungen. |
| 1 | 242,5 | 24 | 270 |
| 3 | 246 | 20 | 266 |
| 6 | 250,8 | 14 | 259,6 |
| 9 | 254 | 9 | 255 |
| 12 | 257 | 2 | 245,2 |
| 15 | 260 | 1,5 | 244 |
| 18 | 263 | | |
| 21 | 266 | | |
| 24 | 269,2 | | |
| 30 | 275 | | |

Versuche mit Quecksilber bei 0°.

Die Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers mufste wegen dessen grofser Dichte sehr sorgfältig beobachtet werden. Unsere, bis zu 30 Atmosphären getriebene Versuche gaben uns sehr regelmäfsige Resultate, abgerechnet die bei den 4 oder 6 ersten Atmosphären. Das Manometer, welches zu dieser Reihe von Versuchen gebraucht wurde, war verschlossen worden *). Das Barometer stand auf $0^m,706$, das Thermometer auf 9° C.

| Druck. Atmosphären. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Rückwärts | |
|---|---|---|---|
| | | Atmosphären. | Grade der Skale. |
| 1 | 242,5 | 24 | 270 |
| 2 | 244,8 | 20 | 265,9 |
| 3 | 246 | 14 | 259,7 |
| 4 | 248 | 10 | 256 |
| 5 | 249,6 | 2 | 245,2 |
| 6 | 250,8 | | |
| 8 | 253 | | |

*) Zu diesem Versuche bestand das Manometer aus einer im horizontalen Cylinder liegenden, getheilten Röhre; dieser Versuch wurde früher gemacht, ehe dieses Manometer in dem vertikalen, besonderen Cylinder angebracht war.

| Druck Atmosphären. | Zusammenzieh. Grade der Skale. | Rückwärts Atmosphären. | Rückwärts Grade der Skale. |
|---|---|---|---|
| 10 | 255,1 | | |
| 12 | 257 | | |
| 14 | 259 | | |
| 16 | 260,9 | | |
| 18 | 263 | | |
| 20 | 265 | | |
| 22 | 267 | | |
| 24 | 269,1 | | |
| 30 | 275 | | |

Von der achten Atmosphäre an entspricht ein Grad er mittleren Zusammenziehung des Quecksilbers jedesal einer Atmosphäre von $0^m,706$ und der Temperatur ° C. Da das ursprüngliche Volumen 622,440 von iesen Graden enthielt, so beträgt die Zusammenziehung $\frac{1}{622440}$ des ursprünglichen Volumens. Es folgt hieraus, afs die Zusammenziehung für eine Atmosphäre von $0^m,76$ leich ist 1,73 Milliontel. Eine Berichtigung, wegen der 'emperatur des Manometers, die damals 9° betrug, ist icht nöthig. Fügt man 3,3 für die Zusammenziehung es Glases hinzu, so findet man 5,03 für die wahre Zuammenziehung des Quecksilbers. Es ist jedoch zu beerken, dafs die ersten Atmosphären, selbst bis zur sieenten, ein zu grofses Resultat gegeben haben. Die usammendrückbarkeit für die 3 ersten Atmosphären ist st das Doppelte der übrigen. Die Gleichförmigkeit der lgenden, bis zu 30 Atmosphären erhaltenen Resultate, estattet nicht diese Abweichung einer Verringerung der usammendrückbarkeit des Quecksilbers zuzuschreiben. Vahrscheinlicher ist es, dafs sie von der Schwierigkeit errührt, eine so beträchtliche Quecksilbermenge, wie die n Piezometer enthaltene, vollständig von Luft zu beeien. Diese Luft mufste, in Folge des Verdichtungsesetzes der Gase, auf die Resultate unserer ersten Zu-

sammendrückung von Einfluſs seyn, allein bald darauf war ihr Volumen so verringert, daſs sie die Resultate nicht mehr stören konnte.

Die von Canton bis zu 3 Atmosphären fortgesetzten Versuche, gaben demselben für das Quecksilber eine Zusammendrückbarkeit von 3 Milliontel. Die so eben angeführte Ursache möchte auch auf seine Resultate von Einfluſs gewesen seyn. Unsere ersten Versuche, bis zu 4 oder 5 Atmosphären, gaben ungefähr 3 Milliontel. Dieſs ist ein deutlicher Beweiſs von der Nothwendigkeit, stärkere Zusammendrückungen anzuwenden, als sich dieser Physiker bedient hat.

Versuche mit destillirtem und durch Sieden von Luft befreitem Wasser bei 0°. Ursprüngliches Volumen =237,300.

Therm. im Manom. 10°.

| Atmosphären von 0m,7466. | Grade der Skale. | Zusammenziehung für 1 Atmosphäre. |
|---|---|---|
| 1 | 211 | 12 |
| 2 | 223 | $11\frac{1}{8}$ |
| 4 | $245\frac{1}{4}$ | $11\frac{3}{8}$ |
| 6 | 268 | $11\frac{1}{10}$ |
| 8 | $290\frac{1}{5}$ | 12 |
| 10 | $314\frac{1}{4}$ | $11\frac{1}{8}$ |
| 12 | $335\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{4}$ |
| 16 | 380 | $11\frac{1}{4}$ |
| 18 | $403\frac{1}{3}$ | $11\frac{1}{2}$ |
| 20 | $425\frac{1}{4}$ | $11\frac{1}{5}$ |
| 24 | $470\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{6}$ |

Die mittlere Zusammenziehung ist $11\frac{1}{4}$. Reducirt man sie auf Milliontel für eine Atmosphäre von 0m,76 Quecksilber bei 10°, so erhält man 48 Milliontel.

Die absolute Zusammenziehung ist =51,3 Milliontel.

Versuche mit nicht von Luft befreitem Wasser.

Fast zu allen bisher über die Zusammendrückbarkeit des Wassers gemachten Versuchen, wurde das Wasser durch Sieden von der Luft befreit. Da nun das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Baro-

meterstande mehr als ein Fünfundzwanzigstel seines Volumens an atmosphärischer Luft auflösen kann, so war es wichtig zu wissen, welchen Einfluſs dieſs auf seine Zusammendrückbarkeit habe. Auch war diese Untersuchung zur Berechnung der Geschwindigkeit des Schalls im Wasser nöthig. Zu dieser Untersuchung muſste man das Piezometer, ohne es luftleer zu machen, mit Wasser füllen, und die Temperatur desselben nicht erhöhen, aber doch die an den Wänden des Piezometers haftende Luft entfernen. Dieſs gelang uns auf folgende Weise.

Wir sagten, daſs der Behälter unsers Piezometers in eine feine Spitze ausgezogen war. Während diese Spitze offen war, tauchte man das Piezometer in Wasser, worauf es durch die Spitze eindrang. Anfangs lieſs man nur eine kleine Menge Wasser hinein, und kochte es darin, um alle Luft von den Wänden zu vertreiben. Hierauf schüttete man dieſs Wasser aus, und tauchte das Piezometer abermals in das von Luft nicht befreite Wasser. Dadurch füllte sich das Instrument, ohne daſs das Wasser etwas von seiner Luft verloren hatte. Nachdem nun die offne Spitze des Behälters über der Lampe zugeschmolzen war, reichte die Wärme der Hand hin, um die noch etwa darin gebliebenen Luftblasen auszutreiben.

Zusammenziehung des von Luft nicht befreiten Wassers bei 0°.

| Atmosphären. | Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $675\frac{1}{2}$ | | | |
| 3 | 653 | 2 | $22\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{4}$ |
| 4 | $642\frac{1}{4}$ | 1 | $10\frac{3}{4}$ | $10\frac{3}{4}$ |
| 6 | $621\frac{1}{2}$ | 2 | $20\frac{3}{4}$ | $10\frac{3}{8}$ |
| 8 | 599 | 2 | $22\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{4}$ |
| 12 | 555 | 4 | 44 | 11 |
| 18 | $489\frac{1}{2}$ | 6 | $65\frac{1}{2}$ | 10 |
| 24 | 423 | 6 | $66\frac{1}{2}$ | $11\frac{1}{12}$ |

Diese Tafel führt zu gleichem Schlusse, wie die vorige, nämlich dafs die Zusammenziehungen bei gleichen Anwüchsen im Drucke constant sind. Allein der absolute Werth der Zusammendrückbarkeit für eine Atmosphäre ist nicht mehr dem vorigen gleich, sondern kleiner als der beim luftleeren Wasser. Wasser, welches Luft aufgelöst enthält, ist also weniger zusammendrückbar, als dasjenige, welches von derselben befreit ist. Diefs Resultat haben wir auch bei der Temperatur +4° C. bestätigt gefunden. Die Verhältnisse bei der Zusammendrückbarkeit waren hier dieselben. Die geringere Zusammendrückbarkeit des Wassers, welches Luft aufgelöst enthält, beweist, was man schon wufste, dafs diese Luft darin keinesweges im Zustande einer blofsen Mengung, sondern in dem einer wirklichen chemischen Verbindung enthalten ist.

Die Verschiedenheit in den Resultaten, die mehrere Physiker über die mittlere Zusammendrückbarkeit des Wassers erhalten haben, scheint uns zum Theil davon herzurühren, dafs sie mit einem mehr oder weniger vollständig von Luft befreitem Wasser gearbeitet haben. Eine einmalige Aufkochung reicht z. B. nicht hin, um alle Luft aus dem Wasser zu vertreiben; selbst bei einer dritten und vierten entwickelt sich noch etwas Luft.

Bevor wir diesen Artikel schliefsen, müssen wir bemerken, dafs Canton, welcher die Zusammendrückbarkeit bei einem lufthaltigen Wasser mafs, in den *Philos. Trans.* für 1764 sagt: dafs dessen Zusammendrückbarkeit dieselbe sey, wie beim luftleeren Wasser. Ohne Zweifel war es nur die Schwäche des von ihm angewandten Drucks, welche ihm diesen Unterschied nicht bemerken liefs.

Diese Versuche wurden mit einem Piezometer angestellt, dessen Behälter 271,530 Milligrame Quecksilber zum Fällen erforderte. Das Haarröhrchen war in vier Theile von gleicher Capacität getheilt, und die Menge

des

des Quecksilbers, welches diese vier Abtheilungen einnahm, betrug 1578,5 Milligramm. Die zweite Abtheilung, welche vollkommen cylindrisch war, hatte 344 Halb-Millimeter Länge.

Vergleicht man die Quecksilbermafse im Behälter mit der in den vier Abtheilungen des Haarröhrchens, so findet man durch Rechnung, dafs das Volumen des Behälters gleich war 236 736 der Theile gleicher Capacität, von denen die cylindrische Abtheilung des Haarröhrchens 344 in ihrer Länge enthielt.

Zu Anfange des Versuchs füllte die Flüssigkeit, neben dem Behälter noch ein 680 Millimeter langes Stück des Haarröhrchens. Fügt man diese zu dem eben berechneten Volumen des Behälters hinzu, so findet man, dafs das ursprüngliche Volumen der Flüssigkeit 237 416 der kleinen Theile des Haarröhrchens gleich war.

Beim Zusammendrücken der Flüssigkeit, fanden wir deren mittlere Zusammenziehung für eine Atmosphäre gleich 11° der Röhre. Diefs macht $\frac{11}{237416}$ des ursprünglichen Volumens, oder sehr nahe 46,4 Milliontel desselben. Diefs wäre demnach die beobachtete Zusammenziehung für eine Atmosphäre von $0^m,7466$ Quecksilber, bei $10°\frac{1}{4}$ Temperatur der Luft im Manometer. Daraus ist nun die Zusammenziehung für eine Atmosphäre von $0^m,760$ Quecksilber von 10° Temperatur abzuleiten.

Wenn das Manometer die Temperatur 10° gehabt hätte, so würde jede Atmosphäre durch einen Temperaturanwuchs von $\frac{1}{4}$ Grad um $\frac{1}{4}.\frac{1}{266}$ oder um $\frac{1}{954}$ vermehrt worden seyn. Man mufs also die beobachtete Zusammensetzung um den 954sten Theil vermindern, um die durch eine Atmosphäre bei 10° bewirkte Zusammenziehung zu erhalten. So findet man für diese 46,35.

Da nun die Zusammenziehung für eine Atmosphäre von 10° C. und $0^m,7466$ Quecksilber, 46,35 Milliontel beträgt; so folgt daraus, dafs die durch eine Atmosphäre

von $0^m,76$ und $10^\circ$ hervorgebrachte Zusammenziehung ungefähr 47,2 Milliontel des ursprünglichen Volumens beträgt.

Aber dieſs ist erst die scheinbare Zusammenziehung. Um die wahre zu erhalten, muſs man dieser scheinbaren die körperliche Zusammenziehung des Glases, die wir zu 3,3 berechnet haben, hinzufügen. So erhält man 50,5 Milliontel *) für die Zusammenziehung des lufthaltigen Wassers unter dem Drucke einer Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber und $10^\circ$.

### Versuche mit Alkohol.

Die Zusammenziehung des Alkohols ist nicht so leicht zu bestimmen, wie die des Wassers. Durch die Adhäsion zu den Wänden des Haarröhrchens wird der Alkohol gehindert unmittelbar das ihm zukommende Volumen einzunehmen, und oft das Ende der Alkoholsäule in Unordnung gebracht. Zwar hilft man zum Theil diesem Uebelstande ab, wenn man etwas langsam comprimirt und das Manometer so lange auf demselben Punkt erhält, bis die Säule der Flüssigkeit durchaus unbeweglich erscheint. Allein nur, wenn man das Mittel aus mehrmals wiederholten Versuchen nimmt, und vor allem, wenn man die bei gesteigertem Drucke erhaltene Reihe durch die bei nachgelassenem Drucke berichtigt, gelangt man zu einem genauen Endresultat. Es ist durchaus nöthig, die Zusammenziehung so weit zu treiben, dafs die Zahl der Atmosphären die Fehler aufhebt, welche sich noch in den Beobachtungen finden könnten.

Die regelmäfsigste von drei mit Alkohol gemachten Versuchsreihen, ist folgende.

*) Im Original steht irrigerweise 49,5. Auch die Angaben auf der vorhergehenden Seite scheinen mir einige Unrichtigkeiten und Unbestimmtheiten zu enthalten, über die aber nur die Verfasser genügenden Aufschluſs geben könnten. *P.*

Alkohol bei 11°,6. Ursprüngliches Volumen =152 660 Graden des Haarröhrchens. Thermometer des Manometers $=7\frac{1}{2}°$.

| Druck Atmosphär. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmospäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 202 | | | |
| 3 | 235,7 | 2 | 27,7 | 13,85 |
| 6 | 275,5 | 3 | 39,8 | 13,2 |
| 12 | 355,5 | 6 | 80,0 | 13,6 |
| 10 | 434 | 6 | 78,5 | 13,2 |
| 24 | 511 | 6 | 77,0 | 12,8 |
| | | Rückwärts. | | |
| 24 | 511 | | | |
| 10 | 434,5 | 6 | 76,5 | 12,8 |
| 12 | 356 | 6 | 78,5 | 13,1 |
| 6 | 277 | 6 | 79 | 13,19 |
| 3 | 236 | 3 | 41 | 13,6 |
| 1 | 208,5 | 2 | 27,5 | 13,75 |

Die Zahlen dieser Reihe, vorzüglich die der abnehmenden, die regelmäfsig sind, deuten auf eine merkliche Abnahme in der Zusammendrückbarkeit bei gleichen Anwüchsen des Drucks. Man sieht, dafs sich die stärksten Zusammenziehungen zu den schwächsten verhalten, wie 138:128.

Nimmt man die Mittel, so findet man, dafs die Zusammenziehung beträgt 13,80 für die 2te Atmosphäre, 13,40 für die 9te, 12,75 für die 21ste. Es folgt hieraus, dafs die Zusammenziehung für die 2te, 9te und 21ste Atmosphäre bezugsweise gleich sind 92,87; 90,24 und 85,86 Milliontel; die Atmosphären zu $0^m,76$ Quecksilber von 10° Temperatur angenommen. Man sieht also, dafs sich die Zusammendrückbarkeit um ungefähr $\frac{1}{30}$ für jede hinzukommende Atmosphäre vermindert.

Um die wahre Zusammendrückbarkeit zu erhalten, mufs man den beobachteten Zusammenziehungen die des

Glases, d. h. 3,3, hinzufügen. Diefs giebt 96,2; 93,5 und 89 Milliontel.

### Versuche mit Schwefeläther.

Die Messung der Zusammendrückbarkeit des Schwefeläthers hat einige Schwierigkeit, weil diese Flüssigkeit stark an den Wänden der Röhre haftet, und nicht unmittelbar das Volumen annimmt, welches dem auf sie einwirkenden Druck entspricht. Diesem zweifachen Uebelstande hilft man ab, wenn man langsam comprimirt und das Manometer einige Zeit auf demselben Grad erhält. Bei einem solchen Verfahren findet man, dafs, bei gleichen Unterschieden im Druck, die Zusammenziehung des Schwefeläthers nicht beständig die nämliche ist. Man ersieht diefs aus der folgenden Tafel.

Schwefeläther bei 0°.*).

| Atmosphären von $0^m,7466$ | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 13 | | | |
| 12 | 148 | 9 | 135 | 15 + |
| 18 | 232 | 6 | 84 | 14 |
| 24 | 312 | 6 | 80 | $13\frac{2}{3}$ |

Ursprüngliches Volumen = 117 930 Graden des Haarröhrchens.

Man sieht, dafs die Zusammendrückbarkeit sich in dem Maafse verringert, als die Zusammendrückung zunimmt. Für die ersten Atmosphären beträgt sie 15 Grade der Skale, für die letzten aber nur $13\frac{2}{3}$. Wendet man abwechselnd diese beiden Gränzwerthe an, so findet man, dafs die Zusammenziehung des Schwefeläthers, für eine Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber und 10°, wenn der Druck von 3 bis 24 Atmosphären steigt, von 130 bis 118,5 Milliontel abnimmt.

*) Der Stand des Thermometers im Manometer ist nicht angegeben. *P.*

Diesen beiden Gränzwerthen mufs man die Zusammenziehung des Glases 3,3 hinzufügen, um die absolute Zusammenziehung des Schwefeläthers zu erhalten. Die wahre Zusammendrückbarkeit des Schwefeläthers von 0°, nimmt also mit steigender Zusammendrückung ab, und schwankt zwischen 133 und 122 Milliontel.

Schwefeläther von 11°4 C.

| Atmosphären von $0^m,7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Drucke. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 658 | | | |
| 3 | 599 | 2 | 59 | $29\frac{1}{2}$ |
| 6 | 513 | 3 | 86 | $28\frac{2}{3}$ |
| 12 | 344 | 6 | 169 | $28\frac{1}{6}$ |
| 18 | 180 | 6 | 164 | $27\frac{1}{3}$ |
| 24 | 18 | 6 | 162 | 27 |

Ursprüngliches Volumen = 199 170 Graden des Haarröhrigen. Thermometer des Manometer = 9° C.

Wenn man $28\frac{2}{3}$ Grade der Skale als Zusammenziehung für die ersten Atmosphären, und 27 als die für die letzten annimmt, findet man, dafs die Zusammenziehung für eine Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber bei 10°, wenn der Druck von 3 bis zu 24 Atmosphären zunimmt, von 146 bis 138 Milliontel abnimmt.

Fügt man diesen Gränzwerthen 3,3 für die Zusammenziehung des Glases hinzu, so sieht man, dafs die wahre Zusammendrückbarkeit des Schwefeläthers, bei jenem steigenden Drucke, von 150 bis zu 141 Milliontel abnimmt.

Mit Ammoniak gesättigtes Wasser.

Die geringere Zusammendrückbarkeit des Wassers, welches Luft aufgelöst enthält, bewog uns zu untersuchen, wie zusammendrückbar eine bei 20° möglichst gesättigte Ammoniaklösung seyn würde. Da die Dichte dieser Lösung ungefähr $\frac{1}{10}$ geringer ist, als die des reinen Wassers, so kann die Abnahme der Zusammendrück-

barkeit, welche wirklich statt findet, nicht von einer Vergrößerung des specifischen Gewichts herrühren. Wir haben das Piezometer mit dieser Flüssigkeit gefüllt, ohne dieselbe zu sieden, und ohne den innern Druck zu verringern, indem wir mittelst der offenen Spitze am Ende des Behälters die Füllung wie beim lufthaltigen Wasser verrichteten. Die folgende Tafel zeigt die merkwürdige Thatsache, dafs das mit Ammoniak gesättigte Wasser weniger zusammendrückbar ist, als das reine Wasser.

Thermometer des Manometers $=10^{0}$. Ursprüngliches Volumen der Flüssigkeit $=389360$ Graden des Haarröhrchens.

| Druck Atmosph. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 580 | | | |
| 4 | 534 | 3 | 46 | $15\frac{1}{3}$ |
| 8 | 481 | 4 | 53 | $13\frac{1}{4}$ |
| $10\frac{2}{3}$ | 443 | $2\frac{2}{3}$ | 38 | $14\frac{1}{4}$ |
| 16 | 375 | $5\frac{1}{3}$ | 68 | $12\frac{3}{4}$ |
| | | Rückwärts. | | |
| 16 | 378 | | | |
| $10\frac{2}{3}$ | $443\frac{1}{2}$ | $5\frac{1}{3}$ | $65\frac{1}{2}$ | $12\frac{1}{4}$ |
| 8 | 481 | $2\frac{2}{3}$ | $37\frac{1}{2}$ | $14\frac{1}{16}$ |
| 4 | 533 | 4 | 52 | 13 |
| 1 | 579 | 3 | 46 | $15\frac{1}{3}$ |

Diese Tafel zeigt uns eine merkwürdige Abnahme in der Zusammendrückbarkeit. Die Abnahme ist hier viel merklicher, als bei allen übrigen Flüssigkeiten.

Thermometer des Manometers $=10^{0}$.

| Atmosphären von $0^{m},7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 534 | | | |
| 8 | 481 | 4 | 53 | $13\frac{1}{4}$ |
| $10\frac{2}{3}$ | 444 | $2\frac{2}{3}$ | 37 | $13\frac{7}{8}$ |
| 16 | 378 | $5\frac{1}{3}$ | 66 | $12\frac{3}{8}$ |

Ursprüngliches Vol. $=389\ 360$ Grad. des Haarröhrchens.

Die Uebereinstimmung dieser beiden Reihen erlaubt nicht an einen Beobachtungsfehler zu denken, zumal diese Flüssigkeit zu denjenigen gehört, die am leichtesten zu beobachten sind, weil sich bei ihr die capillare Säule nicht zertheilt, wie beim Schwefeläther, Schwefelkohlenstoff u. s. w. Wir müssen überdiefs bemerken, dafs das Piezometer eins von denen war, deren Eintheilung am genausten cylindrisch war.

Nimmt man $13\frac{1}{4}$ als mittlere Zusammenziehung für die ersten Atmosphären an, so findet man, für eine Atmosphäre von $0^m,760$ und $10°$, die scheinbare Zusammenziehung $=34,7$ Milliontel, also die wahre $=38$ Milliontel

### Salpeteräther bei 0°.

Da die Ausdehnung der Flüssigkeiten im Allgemeinen sehr grofs und veränderlich ist in der Nähe ihres Siedepunktes, so setzten wir voraus, die Zusammenziehung des Salpeteräthers, dessen Siedepunkt bei $21°$ liegt, müsse unter verschiedenem Drucke merkliche Verschiedenheiten zeigen. Allein es fand sich nur eine sehr geringe Abnahme in der Zusammendrückbarkeit, wie folgende Tafel zeigt.

| Druck Atmosphären von $0^m,7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $444\frac{1}{2}$ | | | |
| 6 | 575 | 5 | $69\frac{1}{2}$ | $13\frac{9}{10}$ |
| 12 | $293\frac{3}{4}$ | 6 | $81\frac{1}{4}$ | $13\frac{1}{2}$ |
| 6 | $372\frac{1}{4}$ | 6 | $81\frac{1}{4}$ | $13\frac{1}{2}$ |
| 18 | 213 | 12 | 162 | $13\frac{1}{2}$ |
| 24 | 133 | 6 | 80 | $13\frac{2}{3}$ |

Thermometer des Manometers $=10°$. Ursprüngliches Volumen $=197\ 740$ Graden des Haarröhrchens.

Die mittlere Zusammenziehung ist 13,5, woraus folgt: 13,74 für eine Atmosphäre von $0^m,76$. Diefs macht 68,2

Milliontel für eine Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber bei $10^o$.

Die wahre Zusammenziehung ist also $=71,5$ Milliontel.

Essigäther bei $0^o$.

Ursprüngliches Volumen $=233900$ Graden des Haarröhrchens.
Thermometer des Manometers $=12^o$.

| Druck Atmosphären. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 520 | | | |
| 4 | 468 | 3 | 52 | $17\frac{1}{3}$ |
| 8 | 401 | 4 | 67 | $16\frac{3}{4}$ |
| $10\frac{2}{3}$ | $353\frac{1}{2}$ | $2\frac{2}{3}$ | $47\frac{1}{2}$ | $17\frac{3}{4}$ |
| 16 | 272 | $5\frac{1}{3}$ | $81\frac{1}{2}$ | $15\frac{1}{4}$ |
| | | Rückwärts. | | |
| 16 | 272 | | | |
| 8 | 399 | 8 | 127 | $15\frac{7}{8}$ |
| 4 | 468 | 4 | 69 | $27\frac{1}{4}$ |
| 1 | 520 | 3 | 53 | $17\frac{1}{3}$ |
| | | Vorwärts. | | |
| 4 | 468 | | | |
| 8 | 398 | 4 | 70 | $17\frac{1}{2}$ |
| 16 | 270 | 8 | 128 | 16 |

Obgleich die Zusammenziehung des Essigäthers bei verschiedenen Graden des Drucks einige Abweichungen darbietet, so sieht man doch, dafs diese Fehler sich gegenseitig aufheben, und dafs die Resultate bei hohem Drucke, verglichen mit denen bei schwachem, eine merkliche Abnahme der Zusammendrückbarkeit, fast in dem Verhältnisse von 17 zu 15,7 anzeigen.

Die Zusammenziehung, reducirt auf eine Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber und $10^o$, schwankt von 76 bis 68 Milliontel. Fügt man 3,3, die des Glases hinzu, so erhält man die wahren Werthe der Zusammenziehung.

### Chlorwasserstoffäther bei 11°2 C.

ursprüngliches Volumen =255 340 Graden der Röhre. Thermometer des Manometers =8° C.

| Druck tmosphären. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 383 | | | |
| 3 | 341 | 2 | 42 | 21 |
| 6 | 280 | 3 | 61 | $20\frac{1}{3}$ |
| 12 | 159,5 | 6 | 120,5 | $20\frac{1}{12}$ |
| | Rückwärts. | | | |
| 6 | 280 | | | |
| 3 | 340,5 | 3 | 60,5 | $20\frac{1}{6}$ |
| 1 | 383 | 2 | 24,5 | $21\frac{1}{4}$ |

on 1 bis 3 Atmosph. beträgt die Zusammenzieh. 82,6 Milliontel.
on 6 — 12 — — die mittlere Zusammenz. 78,95 —

Fügt man diesen die Zusammenziehung des Glases nzu, so erhält man für die wahre Zusammenziehung eses Aethers 85,9 und 82,25.

### Essigsäure bei 0°.

Ursprüngliches Volumen =239 060. Therm. Manom. 9°,7.

| Druck Atmosphären von 0m,7466. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|
| 4 | 252 | |
| 8 | 289 | $9\frac{1}{4}$ |
| $10\frac{2}{3}$ | 315 | $9\frac{3}{4}$ |
| 16 | 363 | 9 |
| | Rückwärts. | |
| 16 | 364 | |
| $10\frac{1}{3}$ | 316 | 9 |
| 8 | 291 | $9\frac{3}{8}$ |
| 4 | 254 | $9\frac{1}{4}$ |

Nimmt man $9\frac{1}{4}$ als die mittlere Zusammenziehung er Essigsäure an, so wird deren Zusammenziehung

für eine Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber bei $10^\circ$ gleich 39 Milliontel, und, nach Correction wegen des Glases, die wahre Zusammendrückbarkeit $=42,2$ Milliontel.

Concentrirte Schwefelsäure bei $0^\circ$
Thermomet. des Manomet. $=8\frac{1}{2}^\circ$.

| Druck Atmosphäphären von $0^m,7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 324 | | | |
| 4 | 310 | 3 | 14 | $4\frac{2}{3}$ |
| 8 | 293 | 4 | 17 | $4\frac{1}{4}$ |
| 12 | 276 | 4 | 17 | $4\frac{1}{4}$ |
| 16 | 259 | 4 | 17 | $4\frac{1}{4}$ |
| | Rückwärts. | | | |
| 16 | 259 | | | |
| 12 | 276 | 4 | 17 | $4\frac{1}{4}$ |
| 8 | $292\frac{1}{2}$ | 4 | $16\frac{1}{2}$ | $4\frac{1}{8}$ |
| 4 | 310 | 4 | $17\frac{1}{2}$ | $4\frac{3}{8}$ |
| 1 | $323\frac{1}{2}$ | 3 | $13\frac{1}{2}$ | $4\frac{1}{2}$ |

Als Mittelwerth der Zusammenziehung unter einer Atmosphäre von $0^m,7466$ und bei einer Temperatur von $8^\circ\frac{1}{2}$ der Luft des Manometers, kann man also $4\frac{1}{4}$ annehmen. Daraus ergiebt sich, dafs die Zusammenziehung, unter einer Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber und $10^\circ$ Temperatur der Luft des Manometers, sehr nahe $=4,37$ Graden der Skale ist.

Nun betrug das Volumen des Behälters am Piezometer nebst dem, welches die Flüssigkeit in dem Haarröhrchen einnahm, 152 665 Grade dieses Röhrchens. Dividirt man also 4,37 durch 152 665, so findet man die Zusammenziehung der Schwefelsäure bei $0^\circ$ gleich 28,6 Millionteln; und fügt man die des Glases 3,3 hinzu, so hat man für ihre wahre Zusammenziehung: 32 Milliontel.

Die Schwefelsäure dehnt sich von $0^\circ$ bis $100^\circ$ um 0,0588 aus; und da ihr Siedepunkt fast bei $300^\circ$ liegt,

so mufs ihre Ausdehnung zwischen den Gränzen 0° und 100° ziemlich gleichförmig seyn. Nimmt man an, sie sey für gleiche Temperaturanwüchse gleich, so beträgt die Zusammenziehung der Schwefelsäure für eine Temperaturabnahme von einem Grad 0,000588. Man sieht, dafs diese Zusammenziehung derjenigen gleich ist, welche ein Druck von 20 Atmosphären bewirken würde.

### Versuche mit Salpetersäure.

Die Salpetersäure, mit welcher wir arbeiteten, war vollkommen rein, aber nicht sehr concentrirt, denn ihre Dichte betrug 1,403 bei 0°. Wir nahmen sie nur von dieser Dichte, um ihre zu rasche Zersetzung durch das Licht zu verhindern.

Da wir beabsichtigen, vergleichende Versuche mit diesen Säuren bei verschiedenen Temperaturen anzustellen, so war es durchaus nöthig, dafs sie sich einige Zeit hindurch ohne Veränderung im Piezometer erhielt. Ein anderer Beweggrund zur Auswahl einer so verdünnten Säure, war der, dafs die Versuche über die Ausdehnung und specifische Wärme dieser Flüssigkeit mit einer Säure von jenem Grade der Dichte gemacht worden waren. Damit sie keine Feuchtigkeit absorbire, brachten wir einen Tropfen Schwefelkohlenstoff in das Haarröhrchen, den wir auch zugleich als Index gebrauchten.

Salpetersäure bei 0°. Dichte =1,403.
Ursprüngliches Volumen =214 960 Graden der Skale. Thermomet. des Manomet. $=8\frac{1}{2}^{0}$.

| Druck Atmosphären von $0^{m},7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 607,5 | | | |
| 4 | 587 | 3 | 20 | $6\frac{2}{3}$ |
| 8 | 560 | 4 | 27 | $6\frac{2}{3}$ |
| 12 | 533 | 4 | 27 | $6\frac{3}{4}$ |
| 16 | 506 | 4 | 27 | $6\frac{3}{4}$ |
| 32 | 397 | 16 | 109 | $6\frac{13}{16}$ |

| Druck Atmosphären von $0^m,7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| | | Rückwärts. | | |
| 32 | 397 | | | |
| 16 | $505\frac{1}{2}$ | 16 | $108\frac{1}{2}$ | $6\frac{3}{4}$ |
| 12 | $532\frac{1}{2}$ | 4 | 27 | $6\frac{3}{4}$ |
| 8 | 559 | 4 | $26\frac{1}{2}$ | $6\frac{5}{8}$ |
| 4 | 586 | 4 | 27 | $6\frac{3}{4}$ |
| 4 | 588 | | | |
| 16 | 507 | 12 | 81 | $6\frac{3}{4}$ |
| 1 | 614 | | | |

Die mittlere Zusammenziehung ist also sehr nahe $=6,75$ Graden des Haarröhrchens, was 32,2 Milliontel beträgt für eine Atmosphäre von $0^m,76$ und 10°.

Terpentinöl.

Die Versuche mit dem Terpentinöl sind keiner so grofsen Genauigkeit fähig, wie die mit den andern Flüssigkeiten. Das Oel haftet nämlich wegen seiner Zähigkeit stark an den Wänden der Röhre, und dadurch gehindert, mit seinem Ende unmittelbar den richtigen Punkt zu erreichen, wird die scheinbare Zusammenziehung zu grofs.

Terpentinöl bei 0°.

Ursprüngl. Vol. $=255$ 340 Grad. d. Skale. Thermom. d. Manomet. $=8°$.

| Druck Atmosphären von $0^m,7466$. | Zusammenziehung Grade der Skale. | Unterschiede im Druck. | Unterschiede in der Zusammenziehung. | Zusammenziehung für eine Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 703 | | | |
| 4 | 640 | 3 | 63 | 21 |
| 8 | 570 | 4 | 70 | $17\frac{1}{2}$ |
| 12 | 502 | 4 | 68 | 17 |
| 26 | 432 | 4 | 70 | $17\frac{1}{2}$ |
| | | Rückwärts. | | |
| 16 | 432 | | | |
| 12 | 502 | 4 | 70 | $17\frac{1}{2}$ |
| 8 | 571 | 4 | 69 | $17\frac{1}{4}$ |
| 4 | 641 | 4 | 70 | $17\frac{1}{2}$ |
| 1 | 704 | 3 | 63 | 21 |

Nimmt man 17,33 als mittlere Zusammenziehung an, so findet man 69,7 Milliontel für den Normaldruck einer Atmosphäre von $0^m,76$ Quecksilber und 10°. Die wahre Zusammenziehung des Terpentinöls beträgt also 73 Milliontel.

(Schlufs im nächsten Heft.)

## III. *Ueber die unterphosphorichtsauren Salze; von Heinrich Rose* *).

Die unterphosphorichtsauren Salze können auf verschiedene Weisen bereitet werden. Die einfachste Bereitungsart ist die, dafs man eine Base mit Wasser und Phosphor kocht, wodurch Phosphorsäure und unterphosphorichte Säure, die sich mit der Base verbinden, und selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, das entweicht, entstehen. Indessen nur die feuerbeständigen Alkalien, so wie die Kalkerde, Baryterde und Strontianerde können diese Producte hervorbringen, wenn sie mit Phosphor und Wasser gekocht werden. Da nun auch die phosphorsauren Alkalien, wie die unterphosphorichtsauren in Wasser auflöslich sind, so sind letztere schwer von den erstern zu trennen, und es können daher nur die unterphosphorichtsaure Kalkerde, Baryterde und Strontianerde leicht auf die erwähnte Weise dargestellt werden, da die phosphorsauren Verbindungen dieser Erden im Wasser unauflöslich sind.

Eine zweite Bereitungsart einiger unterphosphorichtsaurer Salze, doch nur der alkalischen, ist die, dafs man unterphosphorichtsaure Kalkerde, die man sich am leichtesten in der gröfsten Menge verschaffen kann, mit einem Ueberschufs von Auflösungen kohlensaurer oder schwefelsaurer Alkalien vermischt, den entstandenen Niederschlag abfiltrirt, die abfiltrirte Flüssigkeit bis zur Trockne

*) Diese Abhandlung ist eine Fortsetzung von der in B. IX. p. 386. dieser Annalen abgebrochenen: Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoffe und den Metallen. Da diese bei der Ausarbeitung sich mehr ausgedehnt hat, als ich es im Anfange vermuthete, und ich einen Theil derselben, die Verbindungen des Phosphors mit den Metallen betreffend, erst nach einiger Zeit werde liefern können, so habe ich es vorgezogen, die Fortsetzungen als eigne Abhandlungen erscheinen zu lassen.

verdampft, und die trockne Masse mit Alkohol behandelt, wodurch nur das unterphosphorichtsaure Alkali aufgelöst wird.

Einige, doch nur sehr wenige unterphosphorichtsaure Salze, können auf die Weise dargestellt werden, dafs man eine Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde mit einem Ueberschufs eines unlöslichen oxalsauren Salzes kocht. Frei von unterphosphorichtsaurer Kalkerde können auf diese Weise nur die unterphosphorichtsaure Talkerde und das unterphosphorichtsaure Manganoxydul bereitet werden. Sehr viele andere im Wasser unlösliche oxalsaure Salze werden zwar durch's Kochen mit einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde zersetzt; die Auflösung enthält indessen, selbst wenn man den gröfsten Ueberschufs des unlöslichen oxalsauren Salzes angewandt hat, immer mehr oder weniger unterphosphorichtsaure Kalkerde. Ich werde in einem besondern Anhange zu dieser Abhandlung darüber umständlicher reden. Andere im Wasser unlösliche Salze, deren Säure mit der Kalkerde ein unlösliches Salz bildet, wie z. B. mehrere kohlensaure und phosphorsaure Salze, zersetzen die unterphosphorichtsaure Kalkerde nicht.

Die meisten unterphosphorichtsauren Salze habe ich durch unmittelbare Behandlung der Basen mit reiner unterphosphorichter Säure erhalten. Wird diese durch Zersetzung einer Auflösung der unterphosphorichtsauren Baryterde vermittelst Schwefelsäure bereitet, wie es Dulong vorschreibt, so ist es schwer, sie rein von Schwefelsäure zu erhalten. Ich habe mir reine unterphosphorichte Säure in sehr grofser Menge auf die Art bereitet, dafs ich eine Auflösung von Baryterdehydrat mit Phosphor kochte. Es ist hiebei gleichgültig, ob diese Auflösung Kupferoxyd enthalte, wie dieſs der Fall ist, wenn sie durch Zersetzung einer Auflösung von Schwefelbaryum vermittelst eines [illegible] von Kupferoxyd erhalten wird. Das Kup[illegible] durch's Kochen mit Phosphor und Wasser

reducirt, und das Kupfer mengt sich mit der unlöslichen phosphorsauren Baryterde. Man kocht so lange, bis kein Phosphor mehr vorhanden ist, und die entweichenden Wasserdämpfe nicht mehr nach Knoblauch riechen. Die von der phosphorsauren Baryterde abfiltrirte Flüssigkeit wird durch einen Ueberschufs von Schwefelsäure zersetzt, worauf nun die schwefelsaure Baryterde von der Flüssigkeit getrennt wird, die aus schwefelsäurehaltiger unterphosphorichter Säure besteht. Diese wird darauf mit einem Ueberschusse von Bleioxyd kalt, aber nicht lange digerirt, worauf man die abfiltrirte Flüssigkeit, die eine Auflösung von basisch-unterphosphorichtsaurem Bleioxyd ist, durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Säure wird darauf bis zu der Concentration eingekocht, wie diese zur Darstellung der Salze erforderlich ist. Es mufs zur Abscheidung der Schwefelsäure ein Ueberschufs von Bleioxyd angewandt werden, weil sonst Bleioxyd, besonders in der Wärme, leicht reducirt wird; es mufs auch die Digestion nur möglichst kurze Zeit dauern, weil aus der Auflösung des basisch-unterphosphorichtsauren Bleioxyds sich nach längerer Zeit ein Theil desselben daraus absondert.

Die unterphosphorichtsauren Salze sind alle auflöslich im Wasser; die meisten auch krystallisirbar. In der Hitze werden sie alle zersetzt und in phosphorsaure Salze verwandelt, während sich Phosphorwasserstoffgas entwickelt. Der gröfste Theil entwickelt dabei selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, und dann ist der Rückstand ein neutrales phosphorsaures Salz. Bei einigen unterphosphorichtsauren Salzen entwickelt sich durch die Hitze ein nicht entzündliches Gas, das weniger Phosphor als das selbstentzündliche hat; dann ist aber im Rückstand ein Ueberschufs von Phosphorsäure.

*Unterphosphorichtsaure Kalkerde.* Ich habe dieses Salz in weit gröfserer Menge als andere unterphospho-

richtsauren Salze zu besondern Zwecken dargestellt, denn von diesen Salzen läfst es sich unstreitig am leichtesten und wohlfeilsten in der gröfsten Menge bereiten. Es wurde so dargestellt, dafs ich in einem sehr grofsen Kolben unter einem gutziehenden Schornsteine Wasser, in welchem gebrannter carrarischer Marmor zu einer Milch angerührt worden war, zum Kochen brachte, und hierauf nach und nach Phosphorstangen hineinwarf. Hierbei ist, selbst wenn man mit sehr grofsen Mengen arbeitet, keine Gefahr zu befürchten, wenn man nur dafür sorgt, dafs nicht eher Phosphor in den Kolben geworfen wird, als bis die Flüssigkeit in demselben kocht, mit dem Kochen erst dann aufhört, wenn kein freier Phosphor mehr vorhanden ist, und das verdampfte Wasser immer durch kochendes wieder ersetzt. Das entweichende Phosphorwasserstoffgas brennt nicht an der Luft, weil es mit zu vielen Wasserdämpfen gemengt ist; es leuchtet nur mit grüner Farbe und oxydirt sich nach und nach, verbreitet dabei oberhalb des Schornsteins einen so unangenehmen Knoblauchgeruch, dafs man zur Bereitung dieses Salzes im Grofsen, wenn ungefähr 1 Pfund Phosphor angewandt wird, eine abgelegene Stelle in einer Stadt wählen mufs. Nachdem kein srarker Geruch sich mehr entwickelte, wurde nach dem Erkalten filtrirt und der Rückstand mit Wasser ausgesüfst. Durch die abfiltrirte Flüssigkeit, die aufser der unterphosphorichtsauren auch freie Kalkerde enthielt, wurde Kohlensäuregas geleitet, und darauf so lange mäfsig erwärmt, bis die aufgelöste zweifach-kohlensaure Kalkerde sich in einfach-kohlensaure verwandelt hatte, die abfiltrirt wurde. Will man die unterphosphorichtsaure Kalkerde ganz rein erhalten, so mufs die Auflösung derselben unter der Luftpumpe über Schwefelsäure bis zur Trockne abgedampft werden. Dann erhält man indessen keine regelmäfsige Krystalle, die man wohl bekommt, wenn die Auflösung ziemlich stark durch Erwärmen abgedampft wird, wobei sehr bald die Krystalle

stalle anschossen, weil das Salz im heifsen Wasser nur etwas auflöslicher als im kalten ist. Diese Krystalle bilden breite rechtwinkligt vierseitige Prismen, an den Enden mit einer Zuschärfung mit schieflaufender Endkante begränzt, welche gegen die breite Seitenfläche geneigt ist. Die breite Seitenfläche ist starkglänzend von Perlmutterglanz; ihr parallel geht ein vollkommen blättriger Bruch, die übrigen Flächen haben Glasglanz, sind aber nicht recht glatt. Die Krystalle haben viel Aehnlichkeit mit dem Gypse; sie sind biegsam, aber weit biegsamer als Gyps. Im Alkohol sind sie unauflöslich, und selbst im sehr wäfsrigen lösen sich nur sehr unbedeutende Spuren davon auf. Die Menge des zu ihrer Existenz nöthigen Wassers habe ich schon früher angegeben *). Bei einer gelinden Erwärmung decrepitiren sie so stark, wie ein kein Krystallisationswasser enthaltendes Salz; sie verlieren dadurch Decrepitationswasser. — Das unter der Luftpumpe zur Trockne abgedampfte Salz decrepitirt nicht, und enthält mehr Wasser, als das durch Abdampfung in der Wärme erhaltene. Ich fand im erstern 22,18 Procent, während ich im letztern nur etwas mehr als 18 Procent fand, wovon $1\frac{1}{2}$ Procent. Decrepitationswasser sind.

Die Rückstände von der Bereitung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases aus trocknem Kalkhydrat und Phosphor, habe ich auch zur Bereitung der unterphosphorichtsauren Kalkerde angewandt. Sie wurden mit Wasser gekocht, und die Auflösung so behandelt, wie ich es so eben angegeben habe. War indessen bei Bereitung des Phosphorwasserstoffgases eine särkere Hitze angewandt worden, so enthielten die Rückstände fast nur phosphorsaure und freie Kalkerde und Spuren des unterphosphorichtsauren Salzes. Durch zu starke Hitze verschwanden auch diese, und dann hatte der Rückstand eine weifse Farbe, und enthielt nicht Spuren von freier Phos-

*) Poggendorff's Annalen, Bd. IX. S. 367.

phorsubstanz, wie der, der bei Erhitzung der neutralen unterphosphorichtsauren Salze entsteht, wobei ein Theil des entwickelten Phosphorwasserstoffgases durch die Hitze in Wasserstoffgas und Phosphor verwandelt wird, von welchem ein Theil sich sublimirt, ein Theil beim Rückstande bleibt. Im erstern Falle verschwindet durch das freie Kalkhydrat der durch Zersetzung des Phosphorwasserstoffgases entstandene Phosphor. — Ich habe bis jetzt nicht Versuche genug angestellt, um über die Natur der Phosphorsubstanz in den geglühten unterphosphorichtsauren Salzen ein Urtheil zu fällen. Sie entsteht nicht dadurch, dafs etwas Phosphor zurückbleibt, weil derselbe in einer Atmosphäre von sublimirendem Phosphor schwer flüchtig ist; denn erhitzt man Phosphor in einer Retorte mit phosphorsaurer Kalkerde, so kann man durch eine nicht sehr starke Hitze denselben vollständig abtreiben, so dafs weifse phosphorsaure Kalkerde zurückbleibt. Man sollte denken, die röthliche Farbe der geglühten unterphosphorichtsauren Kalkerde rühre von etwas sich gebildetem Phosphorcalcium her. Aber wollte man auch annehmen, dafs dieses Phosphorcalcium einen Ueberschufs von Phosphor enthalte, dafs derselbe bei der Auflösung in Säuren zurückbleibe, so würde bei einer stärkeren Hitze sich Phosphor davon sublimiren, und beim Kochen mit Wasser oder Auflösung in Säuren müfste Phosphorwasserstoffgas entwickelt werden, was nicht der Fall ist. Ich erhitzte geglühte unterphosphorichtsaure Kalkerde sehr stark in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas; es entwickelte sich dadurch Phosphor; der Rückstand blieb aber immer noch etwas röthlich. — Alle ungefärbten unterphosphorichtsauren Salze hinterlassen beim Glühen einen röthlichen Rückstand; wird derselbe in Chlorwasserstoffsäure gelöst, so ist die zurückbleibende Phosphorsubstanz roth. Bei den geglühten gefärbten unterphosphorichtsauren Salzen ist der Rückstand gewöhnlich schwarz oder braun. Der röthliche Rückstand der ungefärbten

unterphosphorichtsauren Salze hat das Merkwürdige, dafs er nur roth bei vollständiger Erkaltung ist. Erhitzt man ihn, so nimmt seine Farbe an Intensität ab, und beim starken Erhitzen ist er vollständig weifs. Beim Erkalten nimmt er die rothe Farbe wieder an. Diesen Versuch kann man mit demselben Rückstande so oft wiederholen, wie man will. Bei den Rückständen der geglühten phosphorichtsauren Salze, wo etwas Aehnliches statt findet, hat diefs schon Dulong bemerkt *).

*Unterphosphorichtsaure Baryterde.* Sie wurde auf die Art erhalten, welche ich oben angeführt habe. Die Auflösung derselben mufs, wenn das Salz ganz rein erhalten werden soll, wie die des Kalkerdesalzes unter der Luftpumpe bis zur Trockne abgedampft werden. Dann erhält man eine nicht krystallisirte Masse; man bekommt nur Krystalle, wenn man die Auflösung durch's Erwärmen concentrirt und erkalten läfst. Diese gleichen der krystallisirten unterphosphorichtsauren Kalkerde; sie sind wie diese perlmutterglänzend und biegsam, und decrepitiren bei gelinder Erwärmung. In Alkohol sind sie unlöslich. — Das durch's Abdampfen im luftleeren Raume erhaltene nicht krystallisirte Salz enthält etwas mehr als noch einmal so viel Wasser, als das krystallisirte, und decrepitirt nicht. Ich fand den Wassergehalt in demselben von Mengen, die zu verschiedenen Zeiten erhalten wurden, in vier Versuchen zu 21,01, 21,32, 22,99 und 24,25 Procent. Zur Existenz des Salzes sind nur 10,42 Procent nothwendig. Beim Erhitzen giebt es, ehe sich aus ihm selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entwickelt, das überflüssige Wasser ab. Als ich einmal eine Lösung des Salzes unter der Luftpumpe concentrirte, aber nicht bis zur Trockne abdampfen konnte, weil die Schwefelsäure zu wasserhaltig geworden war, erhielt ich Krystalle, die von der Mutterlauge getrocknet auf ihren Wassergehalt untersucht wurden. Ich fand denselben zu

*) Mémoires d'Arcueil, T. III. pag. 421.

14,43 Procent; man kann daher wohl annehmen, dafs, so wie das Salz krystallisirt, es nur so viel Wasser enthält, als zu seiner Existenz nothwendig ist. Ich habe keine Versuche angestellt, um die Ursache dieser sonderbaren Erscheinungen aufzufinden. — Der Wassergehalt des Salzes wurde bei diesen Versuchen auf die Weise gefunden, dafs nur der Gehalt der Baryterde bestimmt wurde; die Menge der unterphosphorichten Säure wurde daraus berechnet, und durch den Verlust der Wassergehalt gefunden.

*Unterphosphorichtsaure Strontianerde.* Sie wurde durch Kochen von kaustischer Strontianerde mit Phosphor und Wasser, wie die unterphosphorichtsaure Baryterde, erhalten, der sie sehr ähnlich ist. — Aufser der Kalkerde, Baryterde und Strontianerde erhält man durch keine andere Erde unterphosphorichte Säure durch Kochen mit Wasser und Phosphor.

*Unterphosphorichtsaures Kali.* Es wurde durch Zersetzung einer Auflösung von kohlensaurem Kali und unterphosphorichtsaurer Kalkerde so erhalten, wie es oben angeführt worden ist. Die alkoholische Auflösung des Salzes wurde unter der Luftpumpe über Schwefelsäure abgedampft. Dieses Salz ist das zerfliefslichste, das ich kenne; schon Dulong *) hat bemerkt, dafs es leichter als Chlorcalcium an der Luft zerfliefst. Dessen ungeachtet aber kann eine wäfsrige Auflösung des Salzes über Schwefelsäure im luftleeren Raume bis zur Trockne abgedampft werden; ein Beweis, dafs Schwefelsäure eine stärkere Verwandtschaft zum Wasser hat, als die zerfliefsbarsten Salze. — Man kann das unterphosphorichtsaure Kali auch erhalten, wenn man Kali mit Wasser und Phosphor kocht, die Auflösung langsam bis zur Trockne abdampft, wodurch, wenn noch kaustisches Kali vorhanden ist, dasselbe sich in kohlensaures verwandelt, dann die trockne Masse mit Alkohol behandelt, der das

*) *Mémoires* d'Arcueil, T. III. pag. 414.

phosphorsaure und kohlensaure Alkali ungelöst zurücklässt.

In einer Retorte geglüht entwickelt dieses Salz selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, wie die schon beschriebenen unterphosphorichtsauren Salze.

*Unterphosphorichtsaures Natron.* Dieses Salz wurde auf dieselbe Weise wie das Kalisalz bereitet. Die alkoholische Lösung wurde unter der Luftpumpe abgedampft. Das trockne Salz war perlmutterglänzend und krystallisirt; die Krystalle schienen rechtwinkligt vierseitige Tafeln zu seyn; die Krystallform liefs sich indessen nicht genau bestimmen, weil das Salz sehr schnell an der Luft zerfloſs, doch nicht ganz so schnell wie das Kalisalz. — In einer Retorte geglüht entwickelt es selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

*Unterphosphorichtsaures Ammoniak.* Es wurde aus schwefelsaurem Ammoniak und unterphosphorichtsaurer Kalkerde wie das Kali und Natronsalz erhalten. Es glich dem erstern sehr, ist auch wie dieses sehr stark an der Luft zerflieſsend. In einer Retorte erhitzt, verhält es sich ganz anders wie die übrigen unterphosphorichtsauren Salze. Es entwickelt zuerst Ammoniak; es bleibt wasserhaltige unterphosphorichte Säure zurück, die bei stärkerer Hitze sich so zersetzt, wie es früher angegeben worden ist. Es verhält sich also gerade so wie das phosphorichtsaure Ammoniak.

*Unterphosphorichtsaure Talkerde.* Kaustische Talkerde mit Phosphor und Wasser gekocht, gab weder Phosphorwasserstoffgas, noch unterphosphorichte Säure. Das Salz wurde auf die Art bereitet, dafs ein Ueberschufs von oxalsaurer Talkerde mit einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde lange gekocht wurde. Die abfiltrirte Flüssigkeit abgedampft, gab schöne und groſse Krystalle, die aus regulären Octaëdern bestanden. Sie hatten, aufser der verschiedenen Krystallform, auch sonst im Aeufsern keine Aehnlichkeit mit den Krystallen der

unterphosphorichtsauren Kalkerde. Sie waren ziemlich hart, nicht biegsam und nicht perlmutterglänzend, verwitterten aber in trockner Luft. In einer Retorte erhitzt gaben sie viel Wasser und selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas; sie blähten sich dabei auf, und hinterliefsen, wie das Kalksalz, einen röthlichen Rückstand. — Um den Wassergehalt des Salzes zu bestimmen, wurde es mit Salpetersäure behandelt. 1,311 Grm. auf diese Weise oxydirt, gaben 0,906 Grm. geglühte zweifachphosphorsaure Talkerde. Die unterphosphorichtsaure Talkerde enthält daher 54,92 Procent Wasser, deren Sauerstoffgehalt 48,84 beträgt. Der Sauerstoffgehalt der 15,48 Proc. Talkerde beträgt 5,99. Man kann daher annehmen, dafs das Salz 8 Atome Wasser (16 Atome nach den frühern Atomengewichten von Berzelius) enthalte, während nur $1\frac{1}{2}$ (3) Atome Wasser zur Existenz desselben nothwendig sind. — Dieses Salz auf einen Kalkerdegehalt geprüft, zeigte keine Spur davon, wenn auch zu verschiedenen Zeiten bereitete Mengen darauf untersucht wurden.

*Unterphosphorichtsaure Thonerde.* Frisch gefällte Thonerde wurde kalt in verdünnter unterphosphorichter Säure aufgelöst, darauf so lange Thonerde hinzugefügt, bis endlich nach langer Digestion ein Theil davon ungelöst zurückblieb. Die filtrirte Auflösung wurde unter der Luftpumpe abgedampft, wobei sie sich zu einem dicken Schleime concentrirte, der erst völlig an trockner kalter Luft zu einer glänzenden, brüchigen, nicht zerfliefsbaren Masse mit glänzendem Bruche eintrocknete, welche im Aeufsern dem weifsen Gummi arabicum sehr ähnlich war. In einer Retorte erhitzt gab sie selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, und zuletzt ein Gas, das sich nicht von selbst an der Luft entzündete. Der Rückstand war röthlich.

*Unterphosphorichtsaure Beryllerde.* Sie wurde auf dieselbe Weise wie die unterphosphorichtsaure Thonerde

erhalten. Die Auflösung unter der Luftpumpe abgedampft, gab wie bei letzterm Salze einen dicken Schleim, der an der Luft zu einer harten Masse mit glasigem Bruche eintrocknete.

*Unterphosphorichtsaures Manganoxydul.* Dieses Salz wurde auf gleiche Weise bereitet, wie die unterphosphorichtsaure Talkerde, durch Kochen eines Ueberschusses von oxalsaurem Manganoxydul mit einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde. Die abfiltrirte Auflösung, die keine Kalkerde mehr enthielt, wurde concentrirt, das Salz aber konnte, selbst bei grofsen Quantitäten, nicht zum Krystallisiren gebracht werden, sondern erhärtete zu einer nicht krystallinischen Masse, die, in einer Retorte erhitzt, unter Aufblähen selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entwickelte.

*Unterphosphorichtsaures Kobaltoxyd.* Es wurde bereitet, indem feuchtes Kobaltoxyd im Ueberschufs mit unterphosphorichter Säure kalt digerirt, die Auflösung filtrirt und unter der Luftpumpe abgedampft wurde. Das Salz krystallisirt von allen unterphosphorichtsauren Salzen am leichtesten und schönsten. Die Krystalle können von bedeutender Gröfse dargestellt werden; ich habe einige erhalten, deren Axe länger als $\frac{1}{2}$ Zoll war, aus einer Auflösung, die nur 20 bis 30 Grm. des Salzes aufgelöst enthielt. Sie sind von rother Farbe, und bestehen aus regulären Octaëdern, an denen oft die Würfelflächen sichtbar sind. Sie wurden im Wasser aufgelöst, wobei ein sehr geringer Rückstand zurückblieb, und noch einmal unter der Luftpumpe abgedampft. Dann löste sich das Salz vollkommen in Wasser auf. An der Luft verwittern die Krystalle, und überziehen sich mit einem röthlichen Mehle; dasselbe geschieht noch leichter unter der Luftpumpe, wenn das Salz zu lange im luftleeren Raume über Schwefelsäure gelassen wird.

Um den Wassergehalt des Salzes zu finden, wurden 1,072 Grm. mit Salpetersäure oxydirt. Sie gaben

0,769 Grm. geglühtes zweifach-phosphorsaures Kobaltoxyd. Hienach beträgt der Wassergehalt 49,35 Procent; der Sauerstoff des Wassers verhält sich zu dem des Kobaltoxydes, wie 43,89 zu 5,27. Das unterphosphorichtsaure Kobaltoxyd enthält daher gewifs 8 Atome Wasser, wie die unterphosphorichtsaure Talkerde, mit welcher es auch isomorph ist.

In einer Retorte geglüht verhält es sich anders, als die beschriebenen unterphosphorichtsauren Salze. Es entwickelt sich viel Wasser, und dabei ein Gas, von dem keine Blase sich von selbst an der Luft entzündete, aber angezündet brannte es mit starker Phosphorflamme, und durch eine Silberoxydauflösung geleitet, brachte es einen bedeutenden schwarzen Niederschlag hervor. Es sublimirte kein Phosphor. Dabei blähte sich der Rückstand in der Retorte nicht sehr auf, wurde schwarz, und unterschied sich von den Rückständen der meisten andern geglühten unterphosphorichtsauren Salze dadurch, dafs er unlöslich in starker Chlorwasserstoffsäure und in Salpetersäure, auch in Königswasser war. Nur durch concentrirte Schwefelsäure wurde er zersetzt, und durch sie auch nur erst, wenn er fein gepulvert sehr lange damit gekocht wurde Durch Verdünnung mit Wasser löst sich dann Alles vollständig auf. Ich ersah daraus, dafs der Rückstand aus einem sauren phosphorsauren Kobaltoxyde bestehen mufste, denn schon früher hatte ich gefunden, dafs sehr viele saure phosphorsaure Salze in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind.

Bei der Analyse des geglühten Rückstandes, um daraus Schlüsse auf die Zusammensetzung des sich während des Glühens entwickelten Gases machen zu können, stiefs ich auf unerwartete Schwierigkeiten. Nachdem durch Kochen mit Schwefelsäure die Zersetzung erfolgt, und Alles im Wasser aufgelöst worden war, wurde die Auflösung mit Ammoniak gesättigt, und das Kobaltoxyd durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium als Schwefelko-

balt gefällt. Dieses wurde durch Königswasser zersetzt, und aus der Auflösung das Kobaltoxyd durch kaustisches Kali niedergeschlagen. Die Fällung erfolgte vollständig, so dafs in der abfiltrirten Flüssigkeit keine Spur von Kobaltoxyd zu entdecken war. Als indessen das erhaltene Oxyd nach dem Trocknen geglüht und gewogen wurde, konnte es durchaus nicht genau bestimmt werden, weil es nach jedem neuen Glühen sein Gewicht sehr bedeutend veränderte. Es vermehrte sich gewöhnlich sehr bedeutend, wenn auch das Glühen in einem Platintiegel mit gut geschlossenem Deckel geschah, und nach dem Glühen der Tiegel so schnell wie möglich erkaltet wurde. Hatte das Gewicht nach vier bis fünf Glühungen bedeutend zugenommen, so verminderte es sich wohl nachher etwas, aber nur sehr unbedeutend, gewöhnlich nur um einige Milligramm. Diese Gewichtsvermehrung rührt von gebildetem Superoxyde her, das durch eine Rothglühhitze, oder eine Hitze, die durch eine Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge hervorgebracht werden kann, nicht wieder in Oxyd verwandelt wird. Diese nach und nach erfolgende Bildung von Superoxyd macht es unmöglich, bei quantitativen Analysen das Kobaltoxyd nach der Fällung unmittelbar zu bestimmen. Man kann nur dahin gelangen, wenn man das Oxyd nach dem Glühen wiegt, es dann durch Wasserstoffgas in regullinisches Kobalt verwandelt, und aus dem Gewichte desselben das des Oxyds berechnet. Während oder auch nach der Reduction vermittelst Wasserstoffs mufs das Metall sehr stark geglüht werden, weil es sonst bei schwächerer Erhitzung, wie Magnus gezeigt hat, sich pyrophorisch an der Luft oxydirt. Diese Methode, das Kobaltoxyd zu bestimmen, giebt ein sehr genaues Resultat, wovon ich mich durch besondere Versuche überzeugt habe. — Beim Glühen des durch kaustisches Kali gefällten Nickeloxydes findet keine Gewichtsvermehrung statt, weshalb man dasselbe unmittelbar durch Glühen und Wiegen bestimmen kann.

0,798 Grm. Rückstand vom geglühten unterphosphorichtsauren Kobaltoxyd gaben, auf die beschriebene Weise analysirt, 0,354 Grm. Kobaltoxyd und 0,444 Grm. Phosphorsäure, aus dem Verlust gefunden, deren Sauerstoffmengen 0,076 und 0,249 Grm. sind, und sich wie 1:3¼ verhalten. Beim Glühen des Salzes verbrennt indessen etwas Gas in der Retorte, wodurch die Menge der Phosphorsäure vermehrt wird; ferner enthält der Rückstand, wie bei allen geglühten unterphosphorichtsauren Salzen, etwas freien Phosphor, der in diesem Falle eine schwarze Farbe hat, dessen Menge aber nicht, wie bei der Analyse der andern Rückstände, bestimmt werden konnte, da er die Schwefelsäure beim Kochen zersetzte. Von der Gegenwart derselben kann man sich indessen überzeugen, wenn man den schwarzen Rückstand, der, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, seine Farbe behält, mit Salpetersäure digerirt. Er wird dadurch roth, während etwas Salpetersäure zersetzt wird und sich einige Luftblasen entwickeln. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs die Sauerstoffmenge vom Kobaltoxyd und von der Phosphorsäure sich im geglühten unterphosphorichtsauren Kobaltoxyde wie 1:3 verhalten. Ist diefs der Fall, so hat sich beim Glühen ein Atom Phosphor, verbunden mit fünf Atomen Wasserstoff (zehn Atomen nach den älteren Atomengewichten), als Gas verflüchtigt, das also in seiner Zusammensetzung dem gleich ist, das durch Glühen des phosphorichtsauren Bleioxyds und einiger anderer phosphorichtsaurer Salze entsteht. Beim Glühen des unterphosphorichtsauren Kobaltoxyds zersetzen sich daher 5 Atome desselben auf die Weise, dafs 5 Atome Kobaltoxyd mit 3 Atomen Phosphorsäure verbunden zurückbleiben, während 4 Atome Phosphor mit 20 Atomen Wasserstoff entweichen. Es werden daher 10 At. Wasser zersetzt, also nur der vierte Theil des Krystallwassers des Salzes. Zur Existenz des Salzes sind daher 2 Atome Wasser nothwendig, während andere unter-

phosphorichtsaure Salze, die beim Glühen selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entwickeln, $1\frac{1}{2}$ At. Wasser nothwendig enthalten müssen *).

Die Analyse des Rückstandes wurde mit zwei andern Quantitäten wiederholt. Es wurden gleiche oder ähnliche Resultate erhalten; der Sauerstoffgehalt des Kobaltoxyds verhielt sich zu dem der Phosphorsäure, wie $1:3\frac{1}{4}$ und $1:3\frac{1}{3}$.

*Unterphosphorichtsaures Nickeloxyd.* Es wurde ganz auf dieselbe Weise bereitet, wie das Kobaltsalz. Die unter der Luftpumpe abgedampfte Auflösung krystallisirte lange nicht so schön und leicht, wie das unterphosphorichtsaure Kobaltoxyd. Die Krystalle waren grün; sie schienen Würfel und mit dem Kobaltsalze isomorph zu seyn. Beim Glühen in einer Retorte wurde das Salz erst gelb, indem es Wasser verlor, dann blähte es sich sehr auf, und gab ein Gas, von welchem sich nicht eine einzige Blase von selbst an der Luft entzündete, das aber, angezündet, mit starker Phosphorflamme brannte und eine Silberoxydauflösung sehr stark trübte. Der Rückstand war schwarz, und wie der des Kobaltsalzes in Chlorwasserstoffsäure unauflöslich; er bestand also aus einem sauren phosphorsauren Nickeloxyde. Das entwichene Gas war daher gewifs dasselbe, wie das, das beim Glühen des unterphosphorichtsauren Kobaltoxyds entwickelt wird.

*Unterphosphorichtsaures Cadmiumoxyd.* Kohlensaures Cadmiumoxyd im Uebermafs wurde noch feucht mit unterphosphorichter Säure digerirt, und die abfiltrirte Flüssigkeit unter der Luftpumpe abgedampft. Die Form der erhaltenen Krystalle war wegen ihrer geringen Gröfse nicht zu bestimmen. Beim Glühen in einer Re-

*) Die Zersetzung des unterphosphorichtsauren Kobaltoxyds durchs Glühen kann bildlich so vorgestellt werden: $5\dot{C}+5\dot{P}+10Aq. = (5\dot{C}+3\ddot{P})+(2P+20H)$.

torte entwickelte es eine Menge Gas, von dem nur zuletzt einmal eine Blase sich an der Luft entzündete; bei andern kleinern Quantitäten entwickelte sich Gas, von welchem keine Blase an der Luft sich entzündete; es zeigte sich indessen in allen Fällen im Halse der Retorte sehr viel Phosphor. Der Rückstand war sehr leicht in Chlorwasserstoffsäure auflöslich; es blieb nur eine kleine Menge brauner Phosphor ungelöst. 1,958 Grm. des Rückstandes hinterliefsen 0,018 Grm. Phosphor bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure. Die Auflösung, durch welche ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet wurde, gab 1,243 Grm. Schwefelcadmium, dem 1,103 Grm. Cadmiumoxyd entsprechen. Der Rückstand bestand daher im Hundert aus 56,86 Cadmiumoxyd und 43,14 Phosphorsäure, deren Sauerstoffmengen 7,14 und 24,17 sich ungefähr wie 1 : 3½ verhalten. Obgleich dieser Rückstand in der Zusammensetzung dem ähnlich ist, der beim Glühen des unterphosphorichtsauren Kobaltoxyds entsteht, so ist es sehr unwahrscheinlich, besonders aus Gründen, die ich später anführen werde, dafs das beim Glühen entwickelte Gas in beiden Fällen eine gleiche Zusammensetzung hat. Das Glühen war in einer ziemlich grofsen Retorte geschehen, in welcher sich das Salz entzündete, ehe das Gas ordentlich angefangen hatte sich zu entwickeln. Die leichte Auflöslichkeit des Rückstandes in Chlorwasserstoffsäure spricht auch dagegen, und die Erscheinung einer ziemlich bedeutenden Menge Phosphor, die beim Glühen des unterphosphorichtsauren Kobalt und Nickeloxyds nicht wahrgenommen wurde, macht es wahrscheinlich, dafs in diesem Falle sich das selbstentzündliche Gas durch die Hitze in Wasserstoffgas und Phosphor zersetzt habe.

*Unterphosphorichtsaures Zinkoxyd.* Es wurde erhalten, indem destillirtes Zink mit verdünnter unterphosphorichter Säure warm digerirt wurde. Es löste sich darin unter Wasserstoffgasentwickelung auf; die Auflö-

sung, unter der Luftpumpe abgedampft, gab ein krystallisirtes Salz, dessen Krystallform nicht erkannt werden konnte. In einer Retorte geglüht, blähte es sich sehr auf, und gab ein Gas, das sich gewöhnlich nicht an der Luft entzündete; nur einmal brannte eine Blase von selbst. Der Rückstand war in Chlorwasserstoffsäure leicht löslich.

(Schluſs im nächsten Hefte.)

---

## IV. *Ueber die Bildung des Schwefeläthers; von HH. Dumas und Boullay d. j.*

(Aus den Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p. 294.)

Die mannigfaltigen Umwandlungen, welche der Alkohol durch die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure erleidet, gehören zu den merkwürdigsten Erscheinungen in der organischen Chemie. Vier besondere Verbindungen, nämlich: Schwefeläther, Doppelt-Kohlenwasserstoff, Weinöl und Schwefelweinsäure gehen je nach den Umständen aus dieser Einwirkung hervor, und jede derselben besitzt so merkwürdige Eigenschaften, dafs wir es für nöthig gehalten haben, die ihre Bildung begleitenden Erscheinungen einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

Noch vor wenigen Jahren schien die so einfache und genügende Theorie, welche die HH. Fourcroy und Vauquelin von der Aetherbildung gegeben haben, auf den sichersten Grundsätzen zu beruhen. Nach diesen berühmten Chemikern, entzieht die Schwefelsäure dem mit ihr gemischten Alkohol einen Antheil Wasser, und bildet ihn dadurch in Aether um. Gegen das Ende der Operation, wenn der Alkohol abgenommen und die Temperatur sich erhöht hat, tritt eine neue Reaction ein, in Folge welcher schweflige Säure und Weinöl gebildet werden.

Diese eben so einfache als geschlossene Theorie wurde bald allgemein angenommen. Auch erhielt sie eine grofse Bestätigung durch die merkwürdigen Versuche von Theodor de Saussure. Dieser geschickte Beobachter bewies nämlich, dafs sowohl der Alkohol wie der Schwefeläther aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in solchen Verhältnissen bestehen, dafs sie Wasser und Doppelt-Kohlenwasserstoff bilden, und da er überdiefs zeigte, dafs der Schwefeläther weniger Wasser als der Alkohol enthält, so konnte kein Zweifel an der Richtigkeit, der von Fourcroy und Vauquelin aufgestellten Theorie übrig bleiben.

Späterhin bestimmte Hr. Gay-Lussac die Dichte des Alkohol- und Aetherdampfs, und zog daraus ähnliche Schlüsse, aber zugleich wurde durch die von ihm erhaltenen Resultate die Zusammensetzung des Aethers sehr wesentlich berichtigt. Er zeigte nämlich, dafs man beide Körper als bestehend aus Wasser und Doppelt-Kohlenstoff in einfachen Volumenverhältnissen ansehen könne, und dafs diesemnach der Alkohol aus gleichen Volumen Wasserdampf und Doppelt-Kohlenwasserstoff, der Schwefeläther dagegen aus zwei Volumen Doppelt-Kohlenwasserstoff und einem Volumen Wasserdampf gebildet sey.

Bis dahin schien alles die Theorie von Fourcroy und Vauquelin gegen jeden Angriff sicher zu stellen Indefs hatte Hr. Dabit sonderbare Bemerkungen über eine bei der Aetherbildung entstehende eigenthümliche Säure gemacht. Diese, durch die späteren Versuche von Hrn. Sertürner, Vogel und Gay-Lussac bestätigten Bemerkungen, haben das Daseyn einer neuen Säure kennen gelehrt, die der Unterschwefelsäure ähnlich ist, aber darin von derselben abweicht, dafs sie beständig mit einem ätherischen Oele verbunden ist. Es leidet also keinen Zweifel mehr, dafs wenn Alkohol und Schwefelsäure zur Aetherbildung auf einander einwirken, sich erzeugen:

1) Schwefeläther, d. h. Alkohol, dem die Hälfte seines Wassers entzogen worden; 2) Weinöl, dessen Zusammensetzung noch unbekannt ist; 3) Unterschwefelsäure, und 4) eine Art von ätherischem Oele, das diese Säure begleitet und seiner Zusammensetzung nach unbekannt ist.

Nachdem diese Thatsachen auf eine glaubwürdige Art erwiesen waren, meinten viele Chemiker, die Theorie von Fourcroy und Vauquelin sey umgestofsen. Andere dagegen: dafs sie wohl einige Abänderungen erleiden, der Hauptsache nach aber unangefochten bleiben werde. Diefs hatte eine Menge von Versuchen zur Folge, deren Erwähnung oder Widerlegung überflüssig seyn würde. Denn die alte Theorie ist der Ausdruck einer Thatsache geworden, seitdem die Analyse des Alkohols und Aethers, bestätigt durch die Dichte des Dampfes beider Körper, bekannt gemacht worden ist. Um diese Theorie umzustürzen, mufs man erweisen, dafs der Alkohol und Aether nicht die Zusammensetzung haben, welche man ihnen beilegt. Diefs ist die Meinung einiger Chemiker; wir aber hoffen zu beweisen, dafs sie im Irrthum sind.

Ist die Zusammensetzung des Alkohols und Aethers wohl bekannt, so ist klar, dafs Fourcroy und Vauquelin das Daseyn der Unterschwefelsäure übergehen, und sich über die Erzeugung des Weinöls irren konnten, ohne dafs dadurch die Ursache, welcher sie die Bildung des Aethers zuschrieben, aufhörte die wahre zu seyn. Diefs ist auch, was wir aus den folgenden Versuchen in aller Strenge folgern können. Wir haben uns begnügt, eine genaue Analyse der erwähnten Substanzen anzustellen, aus deren Resultaten dann die Theorie von selbst hervorgeht.

*Zerlegung des Alkohols.* Der von uns untersuchte Alkokol besafs alle Eigenschaften des reinsten und wasserfreisten Alkohols. Er war zu mehreren Malen über Chlorcalcium rectificirt, und hatte bei 18° C. Tempera

tur eine Dichte von 0,7915. Er siedete unter einem Druck von $0^m$,745, bei 76° C.

Die Zusammensetzung dieses Alkohols stimmt, nach unsern Versuchen, vollkommen mit der, welche sich aus der Dichte seines Dampfes und den so höchst sinnreichen Betrachtungen, die Hr. Gay-Lussac vor langer Zeit über die Erscheinungen der geistigen Gährung bekannt gemacht hat, ergiebt. Folgendes sind die Resultate des Versuchs und die der Rechnung:

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 52,37 | 52,28 |
| Wasserstoff | 13,31 | 13,02 |
| Sauerstoff | 34,61 | 34,70 |
| | 100,29 | 100,00. |

Die Versuche wurden nach einem gröfseren Maafsstabe als dem gewöhnlichen angestellt, um der Analyse eine höhere Genauigkeit zu geben. Wir verbrannten immer mehr als einen Gramm Alkohol mittelst Kupferoxyd. Das Wasser, wie die Kohlensäure, wurde mit Sorgfalt gesammelt. Der Sauerstoff dagegen wurde berechnet, indem wir das Kupferoxyd durch Wasserstoffgas vollends reducirten. Da hiedurch der Sauerstoff des Oxyds vor und nach der Analyse bekannt war, so wurde daraus die an den Alkohol abgetretene Sauerstoffmenge hergeleitet. Da ferner der Sauerstoff der Kohlensäure und der des Wassers gleichfalls bekannt war, so konnte man daraus den Sauerstoffgehalt des Alkohols bestimmen.

Unsere Resultate bestätigen also die von Theodor de Saussure und Gay-Lussac vollkommen. Ihren Werth wird man aus folgenden, ihnen zum Grunde liegenden, Angaben beurtheilen können.

| angewandt Alkohol. | Kohlenst. | Wasserst. | Sauerst. | in 100 Kohlenst. | Wasserst. | Sauerst. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^g$,742 | $0^g$,9070 | $0^g$,2036 | $0^g$,6024 | 52,06 | 13,23 | 34,58 |
| 1,502 | 0,7824 | 0,1989 | 0,5190 | 52,09 | 13,24 | 34,55 |
| 1,660 | 0,8792 | 0,2206 | 0,5565 | 52,96 | 13,46 | 34,72 |
| | | | Mittel | 52,37 | 13,31 | 34,61 |

Wir-

Wir haben immer, wie man sieht, etwas mehr Wasserstoffgas, als die Rechnung giebt, gefunden; allein die Personen, die sich mit dergleichen Versuchen beschäftigt haben, werden wissen, wie schwierig diese Klippe zu vermeiden ist. Wir glauben demnach hierauf nicht weiter achten zu müssen, und betrachten es als wohl erwiesen, dafs der Alkohol, wie Hr. Gay-Lussac gezeigt, aus einem Volumen Doppelt-Kohlenwasserstoff und einem Volumen Wasserdampf besteht.

*Zerlegung des Schwefeläthers.* Dieselben Vorsichtsmafsregeln, mit denen wir uns reinen Alkohol verschafften, wurden auch angewandt, um den Aether frei von aller Beimengung zu erhalten. Wir selbst bereiteten uns diesen Körper, wuschen ihn sorgfältig zur Entfernung allen Alkohols, und rectificirten ihn über Chlorcalcium, bis seine Eigenschaften durch diese Operation nicht mehr verändert wurden. So dargestellt, hatte er, bei 20° C. Temperatur, eine Dichte von 0,713. Unter einem Druck von $0^m$,745 kam er bei 34° C. zum Sieden.

Folgendes sind die Resultate unserer Analyse des reinen Schwefeläthers:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 65,10 | 65,04 | 65,01 |
| Wasserstoff | 13,52 | 13,95 | 14,08 |
| Sauerstoff | 21,05 | 21,34 | 21,33 |
| | 99,67 | 100,33 | 100,42 |

Wie beim Alkohol, zerlegten wir eine etwas starke Quantität, nämlich ungefähr einen Gramm.

Vergleicht man diese Zahlen mit denen, welche die Rechnung liefert, so überzeugt man sich von der Richtigkeit der Ansichten, die, nach den schönen Untersuchungen der HH. de Saussure und Gay-Lussac, bisher über die Zusammensetzung des Aethers angenommen worden sind.

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 63,05 | 64,96 |
| Wasserstoff | 13,85 | 13,47 |
| Sauerstoff | 21,24 | 21,57 |
| | 100,14 | 100,00 |

Wie in der Analyse des Alkohols, findet man hier einen kleinen Ueberschufs von Wasserstoff; aber dennoch bleibt es klar, dafs der reine Aether aus einem Volumen Doppelt-Kohlenwasserstoffgas und einem halben Volumen Wasserdampf zusammengesetzt ist.

*Zerlegung des Weinöls.* Das, welches wir untersuchten, war vom Aether durch Destillation abgeschieden, wobei es, da es erst bei einer hohen Temperatur siedet, in der Retorte zurückbleibt. Darauf liefs man es sieden, bis es zum Theil überging. Endlich zog man es über Chlorcalcium und ein wenig Kali ab.

So bereitet hat es bei 10°,5 Temperatur eine Dichte von 0,9174.

Das Weinöl ist nichts anders als ein Kohlenwasserstoff, der aber durch das Verhältnifs seiner Bestandtheile von allen bis jetzt untersuchten abweicht. Wir haben nämlich gefunden, dafs dieser Körper besteht aus

| | | | berechnet |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 88,36 | 88,80 | 88,94 |
| Wasserstoff | 11,64 | 11,20 | 11,06 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Das berechnete Resultat stützt sich auf die Annahme, dafs dieser Körper aus 4 Vol. Kohlendampf und 3 Vol. Wasserstoffgas gebildet sey; eine sehr einfache Zusammensetzung, die aber demnach sehr verschieden ist von der aller bisher bekannten Arten von Kohlenwasserstoff. Wir werden überdiefs sehen, dafs diese Zusammensetzung eine nothwendige Folge der Art von Reaction ist, durch welche das Weinöl entsteht, und werden in den folgenden Versuchen die so eben angeführte Zusammensetzung

nicht blofs auf das klarste bestätigt finden, sondern auch zu einer Theorie gelangen, die diese Zusammensetzung unvermeidlich macht.

*Zerlegung des schwefelweinsauren Baryts.* Wir haben die Schwefelweinsäure in der Verbindung mit Baryt analysirt. Das Verfahren dabei war folgendes. Das Wasser wurde durch den Verlust im trocknen Vacuo bei der Temperatur 160° C. bestimmt, der schwefelsaure Baryt durch Rothglühen, und der Kohlenstoff und Wasserstoff durch Kupferoxyd auf die gewöhnliche Weise. Bei der letzteren Bestimmung entwickelt sich keine Spur von schwefliger Säure, wodurch sie sehr einfach wird. Es entweicht zwar ein wenig Kohlenwasserstoff, allein dieſs wurde sorgfältig in Rechnung genommen. Die Resultate mehrerer unserer Versuche waren folgende:

| | | |
|---|---|---|
| 53,30 | 54,00 | schwefelsaurer Baryt |
| 14,65 | 14,85 | schweflige Säure |
| 11,32 | 10,33 | Kohlenstoff |
| 1,46 | 1,39 | Wasserstoff |
| 19,31 | 20,00 | Wasser |
| 100,00 | 100,57 | |

Die Zusammensetzung des öligen Stoffs würde also in 100 seyn:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 88,37 |
| Wasserstoff | 11,63 |

Dieser Stoff ist also Weinöl. Und dieses angenommen, besteht das schwefelweinsaure Baryt aur einem At. unterschwefelsauren Baryt, zwei At. Weinöl und fünf At. Wasser $= \dot{Ba}\,\ddot{\dot{S}} + 2\dot{H}^3\,C^4 + 5\dot{H}$. Dieſs beweist die folgende Zusammensetzung;

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Unterschwefelsaurer Baryt | 68,40 | 67,37 |
| Weinöl | 12,25 | 12,27 |
| Wasser | 19,65 | 20,36 |
| | 100,30 | 100,00 |

*Zerlegung des schwefelweinsauren Kupferoxyds.* Diefs Salz wurde mittelst Zersetzung des schwefelweinsauren Baryts durch schwefelsaures Kupferoxyd bereitet. Die zur Syrupsconsistenz abgedampfte Masse gestand zu einer krystallinischen Masse. Sie wurde zwischen Josephspapier getrocknet, worauf ein grünliches Salz in krystallinischen Körnern übrig blieb.

Bei der Analyse wurde es durch Glühen in Kupferoxyd verwandelt; 5 Theile lieferten 1,07 Th. Oxyd. Darauf wurden 5 Th. mit einem Gemenge von chlorsaurem und kohlensaurem Kali verpufft; der Rückstand, in Wasser gelöst und mit Chlorbaryum gefällt, gab 6,30 schwefelsauren Baryt. Endlich wurden Kohlenstoff, Wasserstoff und Wasser durch Verbrennung mittelst Kupferoxyd bestimmt. Dadurch fand sich:

| | |
|---|---|
| Kupferoxyd | 21,40 |
| Unterschwefelsäure | 38,98 |
| Kohlenstoff | 12,42 |
| Wasserstoff | 1,61 |
| Wasser | 25,59 |
| | 100,00 |

ein Resultat, welches mit der Formel: $\dot{Cu}\dddot{S} + 2C^4H^3 + 5\dot{H}$ übereinstimmt. Man hat nämlich:

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Unterschwefelsaures Kupferoxyd | 60,38 | 60,83 |
| Weinöl | 14,03 | 14,72 |
| Wasser | 25,59 | 24,45 |
| | 100,00 | 100,00 |

*Zerlegung des doppelt-schwefelweinsauren Bleioxyds.* Dieses Salz erhält man durch Sättigung des Aether-Rückstandes mit kohlensaurem Bleioxyd. Selbst bei der Siedhitze und bei einem grofsen Ueberschufs von kohlensaurem Blei bleibt die Flüssigkeit sauer; nach Filtration, Abdampfung und Erkaltung läfst sie ein weifses Salz in

Nadeln von schönem Seidenglanz und völliger Durchsichtigkeit anschiefsen. Dieses Salz, wohl abgetröpfelt und zwischen Papier getrocknet, behält dennoch seine saure Reaction. Durch Bleioxydhydrat kann man es neutral und selbst alkalisch machen; da aber diese Salze Mischungen von Salzen verschiedener Sättigungsstufen enthalten konnten, so haben wir es vorgezogen, das saure Salz zu analysiren.

100 Th. gaben nach Einäscherung 42,8 schwefels. Bleioxyd, bestehend aus 31,49 Oxyd und 11,31 Schwefelsäure. 100 Th. mit Salpetersäure behandelt, gaben 133 schwefels. Baryt, entsprechend 45,71 Schwefelsäure, d. h. dem Vierfachen von der im schwefelsauren Bleioxyd enthaltenen. Endlich wurden Kohlenstoff, Wasstoff und Wasser wie beim Baryt bestimmt. Die Resultate waren:

| | |
|---|---|
| 31,49 | Bleioxyd |
| 40,71 | Unterschwefelsäure |
| 13,80 | Kohlenstoff |
| 1,67 | Wasserstoff |
| 12,33 | Wasser. |
| 100,00 | |

übereinstimmend mit der Formel: $\dot{Pb}2\ddot{\dot{S}} + 4C^4H^3 + 5\dot{H}$, denn man hat:

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Doppelt-unterschwefels. Bleioxyd | 72,20 | 72,07 |
| Weinöl | 15,47 | 15,27 |
| Wasser | 12,33 | 12,66 |
| Doppelt-schwefelweins. Bleioxyd | 100,00 | 100,00 |

Die Zusammensetzung des Oels, das sich in den schwefelweinsauren Salzen befindet, ist offenbar dem des Weinöls ähnlich. Auf 100 berechnet, hat es nämlich die folgende Zusammensetzung:

| | Kohlenstoff | Wasserstoff |
|---|---|---|
| Oel des schwefelweins. Baryts | 88,58 | 11,42 |
| Dasselbe | 88,14 | 11,86 |
| Oel des schwefelweins. Kupferoxyds | 88,53 | 11,47 |
| Oel des schwefelweins. Bleioxyds | 89,20 | 10,80 |
| Mittel | 80,61 | 11,38 |
| Weinöl, nach Berechnung | 88,94 | 11,06 |

Nach dieser Identität ist es nun leicht die Zusammensetzung der Schwefelweinsäure festzusetzen. Da nämlich das Weinöl darin vom Doppelt-Kohlenwasserstoffe abweicht, dafs es auf 4 Atomen Kohlenstoff ein Atom Wasserstoff weniger enthält, so mufs man annehmen, dafs 2 Atomen Schwefelsäure, indem sie ein Atom Sauerstoff verlieren, um in Unterschwefelsäure überzugehen, vier Volumen Doppelt-Kohlenwasserstoff auf den Zustand von Weinöl zurückführen. Man hat also für die Zusammensetzung der Schwefelweinsäure, diese als trocken vorausgesetzt, ein Atom Unterschwefelsäure, 8 At. Kohlenstoff und 6 Atome Wasserstoff, oder: $\ddot{\dot{S}} + 2H^3C^4$. Diese Zusammensetzung auf 100 berechnet giebt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Unterschwefelsäure | 1 At. | 902,32 | 72,70 |
| Kohlenstoff | 8 At. | 305,32 | 24,28 |
| Wasserstoff | 6 At. | 37,50 | 3,02 |
| Schwefelweinsäure | 1 At. | 1241,14 | 100,00 |

Die Theorie der Aetherbildung wird also sehr einfach die: Säure und Alkohol zerfallen in zwei Theile, wovon der eine, unter Bildung einer gewissen Menge Wasser, Weinöl und Unterschwefelsäure erzeugt, in den folgenden Verhältnissen:

2 At. Schwefelsäure $= 2\ddot{\dot{S}}$
4 Vol. Alkoholdampf

$= \ddot{\dot{S}} + 2C^4H^3$ oder 1 At. Schwefelweinsäure
2 Vol. Wasser, neugebildet
4 Vol. — ausgeschieden.

Der andere Theil der Säure und des Alkohols bilden durch ihre Reaction verdünnte Säure und Aether.

Aus den Versuchen von Vogel geht hervor, dafs man in dem Aether-Rückstand, unmittelbar vor dem Auftreten der schwefligen Säure untersucht, eine gröfsere Menge Schwefelweinsäure findet, als vor oder nach diesem Punkte. Schon hiedurch ist klar, dafs sich diese Säure unter denselben Umständen wie der Aether bildet, und dafs es vorzüglich ihre Zersetzung ist, welcher man die Entwickelung der schwefligen Säure und des Weinöls zuzuschreiben hat, wie es auch schon von Hrn. Gay-Lussac vermuthet worden ist.

Aus dem vorhergehenden begreift man, welche Rolle das Manganhyperoxyd und die Chromsäure *) bei der Bildung des Schwefeläthers spielen. Sie verlieren einen Theil Sauerstoff, um Wasser und Weinöl zu bilden, und verhindern dadurch die Entstehung der Unterschwefelsäure. Wirklich hat auch Hr. Gay-Lussac bewiesen, dafs bei dieser Art von Reaction diese Säure nicht gebildet wird. Die Bildung der Unterschwefelsäure ist also nicht wesentlich zu der des Aethers. Anderseits kann man kaum glauben, dafs die Erzeugung des Weinöls zu der des Aethers nothwendig sey, da die Reactionen, durch welche sie entstehen, so unabhängig von einander scheinen. Nimmt man an, dafs die Fluor-Borsäure, wie Hr. Defosses versichert, Aether ohne Weinöl giebt, so scheint wenigstens diese Nothwendigkeit Ausnahmen zu erleiden.

Alles wohl erwogen, scheinen uns die beiden Erscheinungen nichts Gemeinschaftliches zu besitzen.

Man begreift, dafs es keinen Vortheil bringt, wie man es vorgeschlagen hat, der gewöhnlichen Mischung zur Bereitung des Aethers Manganhyperoxyd hinzuzusetzen. Zwar bildet sich dann keine schweflige Säure, aber Weinöl begleitet den Aether im ganzen Laufe der Destillation, während, bei dem gewöhnlichen Verfahren, dasselbe nur die letzten Portionen verunreinigt. Mithin verdient, bevor man nicht Mittel findet die Fluor-Bor-

*) *Wenn sie nämlich der Schwefelsäure beigemischt sind.* P.

säure zu so wohlfeil darzustellen, dafs man sie anwenden kann, das gegenwärtige Verfahren den Vorzug.

Die Bildung der Unterschwefelsäure scheint bei der Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf organische Stoffe sehr häufig, wenn nicht gar überall, stattzufinden. Wir haben uns vorgenommen, die Producte einiger dieser Operationen zu untersuchen, können aber nicht umhin, schon jetzt die Meinungen über diesen Gegenstand zu erörtern. Die, welche wir in dieser Abhandlung angenommen haben, ist schon von Hrn. Gay-Lussac aufgestellt worden, und da sie die Zusammensetzung des Weinöls besser verstehen lehrt, so haben wir sie vorgezogen, ungeachtet sie mit der Meinung einiger Chemiker in Widerspruche steht.

So hat Hr. Faraday *) bei Einwirkung der Schwefelsäure auf die Naphthaline eine Säure aufgefunden, die er als eine Verbindung der Schwefelsäure mit der Naphthaline ansieht, worin die Schwefelsäure durch die Gegenwart der Naphthaline die Hälfte ihrer Sättigungskraft verloren hat. Hr. Hennel spricht in einem Aufsatz über die Zusammensetzung des Weinöls **) dieselben Ansichten aus, ohne sich in eine tiefere Erörterung, wie sie der Gegenstand verdiente, einzulassen ***). Wir werden versuchen, sie unter ihren einfachsten Gesichtspunkt zu bringen.

Die HH. Vogel und Gay-Lussac haben diese Gattung von Säuren mit der Unterschwefelsäure verglichen, und angenommen, dafs diese Säure mit einer vegetabilischen Substanz verbunden, und dadurch in ihren Eigenschaften ein wenig geändert sey.

*) Diese Ann. Bd. 83. S. 104.

**) Diese Ann. Bd. 85. S. 12.

***) Der Aufsatz des Hrn. Hennell enthält, aufser offenbar ungenauen Analysen, Resultate, über die wir uns nicht auslassen können, weil wir sie, wegen mangelhafter Beschreibung des Verfahrens und der Producte, nicht verstehen.

Unter diesem doppelten Gesichtspunkte bietet die Aufgabe grofse Schwierigkeiten dar, allein, der That nach, würde man sehr leicht einen sichern Weg zwischen diesen beiden Annahmen, den einzig möglichen, treffen können, wenn sich diese Art von Verbindungen eben so leicht wie die unorganischen Verbindungen behandeln liefsen. Nach den HH. Faraday und Hennell gehen zwei Atome Schwefelsäure eine blofse Verbindung mit dem vegetabilischen Stoffe ein, und ihre Sättigungskraft wird auf die Hälfte reducirt, gleich als wenn der vegetabilische Stoff das eine dieser Atome neutralisirt hätte. Nach den HH. Vogel und Gay-Lussac verlieren die beiden Atome Schwefelsäure ein Atom Sauerstoff, während die vegetabilische Substanz zwei Atome Wasserstoffgas verliert; dadurch wird Wasser, Unterschwefelsäure und eine neue vegetabilische Substanz gebildet. Es handelt sich nun darum, zu wissen, ob man diefs Atom Wasser ohne Zersetzung der Salze abscheiden könne.

Der von uns analysirte schwefelweinsaure Baryt würde, nach Hrn. Faraday's Hypothese gerechnet, in 100 ungefähr 16 Wasser enthalten, und 20, wenn man nach der von Hrn. Gay-Lussac rechnet. Wir brachten 100 Theile dieses Salzes, bei einer Temperatur von 150 bis 160° C., in das trockne Vacuum; der Verlust betrug 19 Procent, bevor es das fette Ansehen bekam, was die einzige Anzeige von der Abscheidung des Oels ist. Ein wenig oberhalb der genannten Temperatur entwikkelt sich aber das Oel selbst, das Salz wird teigig, und der Verlust steigt sogleich über 20 Procent *); diefs bringt einige Ungenauigkeit in die Resultate dieses Versuches.

*) Hr. Faraday war in einer günstigeren Lage als wir, um diese Aufgabe zu entscheiden, da seine Schwefelnaphthalinsäure ein wasserfreies Salz gab. Hätte er mehr Aufmerksamkeit auf seine Analysen verwandt, so würde er gefunden haben, entweder, dafs

Nach der Gesammtheit der von uns auseinandergesetzten Thatsachen und nach den Hülfsbetrachtungen, die sich aus den Eigenschaften der Schwefelweinsäure ableiten lassen, scheint es, dafs man die im Laufe dieser Abhandlung ausgesprochenen Meinungen als richtig annehmen könne. Einige neue Thatsachen indefs, die wir, nach gehaltener Vorlesung in der Akademie, beobachtet haben, bewegen uns, die Wahl zwischen beiden Hypothesen wieder frei zu lassen. Diese neuen Thatsachen sollen in einer künftigen Abhandlung auseinandergesetzt und besprochen werden.

Wir begnügen uns also hier unsere Analysen, nach beiden Hypothesen, zusammenzustellen, und bemerken dabei, dafs ihre Resultate durchaus unabhängig von der Erklärung sind, die man etwa erwählt.

So halten wir es für ausgemacht, dafs

der Alkohol besteht aus: $H^2C^2 + \frac{1}{2}\dot{H}$

— Aether — — $2H^2C^2 + \frac{1}{2}\dot{H}$

das Weinöl — — $H^3C^4$

Was die Schwefelweinsäure und schwefelweinsauren Salze betrifft, so geben zwar alle bis jetzt bekannten Thatsachen der Meinung des Hrn. Gay-Lussac die gröfsere Wahrscheinlichkeit; allein die, welche wir ganz

sie ungenau sind, oder, dafs sie ein seiner Meinung widersprechendes Resultat enthalten. Sie zeigen wirklich einen Gewichtsüberschufs, welcher gerade der Sauerstoffmenge gleich ist, die hinreicht, um die in den von ihm untersuchten Salzen etwa vorhandene Unterschwefelsäure in Schwefelsäure zu verwandeln. Diese Bemerkung, welche dem Herausgeber der *Annales de chimie et de physique* nicht entgangen ist, wird hinreichend durch den folgenden Vergleich gerechtfertigt seyn:

| Resultat des Hrn. Faraday | | Berichtigtes Resultat |
|---|---|---|
| Baryt | 27,57 | 27,57 |
| Schwefelsäure | 30,17 | 27,15 |
| Kohlenstoff | 41,90 | 41,90 |
| Wasserstoff | 2,877 | 2,877 |
| | 102,517 | 99,497 |

neuerlich beobachteten, erklären sich besser nach der andern Hypothese. Diefs veranlafst uns sie hier im Vergleich zusammenzustellen.

Schwefelweinsäure

$$2\ddot{S} + 4H^2C^2 = \ddot{\dot{S}} + 2H^3C^4 + \dot{H}$$

Schwefelweins. Baryt und schwefelweins. Kupferoxyd

$$\dot{R} + 2\ddot{S} + 4H^2C^2 + 4\dot{H} = \dot{R} + \ddot{\dot{S}} + 2H^3C^4 + 5\dot{H}$$

Doppelt-schwefelweinsaures Bleioxyd

$$\dot{P}b + 4\ddot{S} + 8H^2C^2 + 3\dot{H} = \dot{P}b + 2\ddot{\dot{S}} + 4H^3C^4 + 5\dot{H}$$

Die Bedingungen der Gleichheit zeigen hinlänglich, dafs das Problem nicht durch die Analyse gelöst werden kann, sondern die Lösung von einer andern Ordnung von Betrachtungen abhängig ist. Was die Theorie der Aetherbildung an sich betrifft, so ist es leicht, sie der einen oder der anderen dieser Hypothesen anzupassen.

---

Zusatz. Vielleicht wird es nicht unpassend seyn, wenn ich der obigen Abhandlung, wiewohl sie nach der Aussage der Verfasser noch nicht als geschlossen anzusehen ist, schon jetzt einige Bemerkungen hinzufüge, sollten sie zum Theil auch nur in Vermuthungen bestehen. Gewifs ist es dem aufmerksamen Leser nicht entgangen, dafs die Resultate der HH. Dumas und Boullay über das Weinöl durchaus von denen verschieden sind, zu welchen Hr. Hennell gelangt ist (diese Ann. LXXXV. p. 12.). Letzterer findet darin 38 Procent Schwefelsäure, während erstere dieser Säure gar nicht erwähnen, sondern nur Kohlenstoff und Wasserstoff als Bestandtheile des Weinöls aufführen. Hrn. Hennell's Arbeit, wie so mancher anderen von englischen Chemikern, gebricht es ohne Zweifel an der gehörigen Genauigkeit; doch ist kaum zu glauben, dafs derselbe einen Fehler, wie jene Verschiedenheit voraussetzen liefse, begangen haben sollte, zumal er eigens bemerkt, dafs das untersuchte Weinöl mit Sorgfalt von aller anhängenden Schwefelsäure befreit worden sey. Dafs es Weinöl giebt, welches Schwefelsäure enthält, habe ich selbst bei einem der hiesigen Chemiker zu sehen Gelegenheit gehabt. Wasser, womit dieses Weinöl mehrmals geschüttelt worden war, trübte den salzsauren Baryt nicht im geringsten; nachdem aber das Oel durch Kochen mit Königswasser zersetzt worden war, gab die Flüssigkeit mit salzsaurem Baryt einen sehr bedeutenden Niederschlag von schwefelsaurem Baryt. Diefs

Weinöl war frisch und selbst bereitet, und sein specifisches Gewicht gröfser als das des Wassers. Ein anderes Weinöl, von dunklerer Farbe, dickflüssiger Beschaffenheit und geringerem specifischen Gewichte als das Wasser, zeigte sich dagegen frei von Schwefelsäure. Ob indefs die Schwefelsäure ursprünglich darin nicht vorhanden gewesen, oder erst durch einen Rectificationsproceſs daraus abgeschieden worden, mufste dahin gestellt bleiben, da die Bereitungsart dieses Oels unbekannt war. Jedenfalls scheint mir hieraus hervorzugehen, dafs es zweierlei Weinöl giebt, mit und ohne Schwefelsäure. Die französischen Chemiker haben das letztere analysirt, und konnten schon deshalb keine Schwefelsäure darin finden, da sie es vor der Zerlegung über *Aetzkali* rectificirten.

Eine zweite Frage betrifft den Kohlenwasserstoff in der Schwefelweinsäure. Ohne Zweifel ist die Analyse der französischen Chemiker genauer, als die des Hrn. Hennell. Allein auffallend mufs es doch seyn, dafs jene in ihrem Weinöl, als der mit der Unterschwefelsäure verbundenen Substanz, fast doppelt so viel Kohlenstoff gegen Wasserstoff gefunden haben, wie Hr. Dr. Heeren bei seiner Analyse der Schwefelweinsäure in diesen Ann. Bd. 83. S. 198. Nach den ersten besteht das Weinöl aus 88,37 Kohlenstoff und 11,63 Wasserstoff, nach dem letzteren aus 47,76 Kohlenstoff und 11,67 Wasserstoff. Hr. Dr. Heeren selbst legt zwar seiner Untersuchung nicht die äufserste Genauigkeit bei; aber schwerlich können Beobachtungsfehler allein einen solchen Unterschied herbeigeführt haben, vielmehr drängt sich auch hier die Vermuthung auf, dafs die untersuchten Substanzen nicht identisch gewesen seyen. Darf man es nämlich als erwiesen ansehen, dafs Kohlenwasserstoff mit Schwefelsäure verbunden, die Schwefelweinsäure bilde, so ist es wenigstens nicht unwahrscheinlich, dafs es von dieser letzten Säure so viele Arten gebe, als es Arten von Kohlenwasserstoffgas, geben kann, also nach den bisherigen Erfahrungen wenigstens vier. Bekanntlich hat schon Hr. Dr. Sertürner mehrere Schwefelweinsäuren angenommen, ohne indefs hinreichende Beweise dafür beizubringen; — vielleicht, dafs wir hierüber von den Verfassern der obigen Abhandlung näheren Aufschlufs erhalten, auch über die Natur des schweren Salzäthers belehrt werden, der möglicherweise eine Verbindung von Chlor mit dem von ihnen analysirten Kohlenwasserstoff seyn und beim Jod und Brom seine Analoga haben könnte. Uebrigens bekommt nach den neuesten Atomgewichten von Berzelius das von Schwefelsäure freie *Weinöl* die Formel $H^3C^2$, das *ölbildende* Gas: $H^4C^2$, der *Alkohol*: $H^4C^2+\dot{H}$, und der *Aether*: $2H^4C^2+\dot{H}$. *P.*

## V. *Ueber einige neu entdeckte geognostische Erscheinungen in der norddeutschen Ebene; von Friedrich Hoffmann.*

[Als Nachtrag zu dem Aufsatze des Verfassers: über die Hervorragungen des Flötzgebirges etc., diese Ann. Bd. 76. S. 33. u. 55.]

Je räthselhafter die Bildung der obersten Kruste unserer grofsen norddeutschen Niederung ist, je mehr sich allmählig durch genauere Forschungen die Zahl der Thatsachen vergröfsert hat, welche dafür sprechen, dafs die Trümmer-Anhäufungen, aus welchen sie besteht, nicht die Reste eines an Ort und Stelle zerfallenen älteren Gebirges seyn können, desto willkommner mufs uns unstreitig eine jede neue Kunde von anstehenden Massen fester Gesteine seyn, welche in diesem allgemeinen Gebiete der Zerstörung unzertrümmert zurückgeblieben sind. Wir sehn in ihnen mehr und mehr integrirende Theile der alten Grundlage auftauchen, auf welcher die Schichten des aufgeschwemmten Landes sich abgesetzt haben. Immer vollkommner wird uns durch jede neue Entdekkung dieser Art die Beschaffenheit des Schauplatzes enthüllt, auf welchem jene riesenhaften Zerstörungs-Ereignisse thätig waren, welche die Schöpfungen der Vorwelt in ihren Trümmern begruben, und unsere theoretischen Betrachtungen über die Natur und die Ursachen derselben gewinnen mit jeder neuen Gebirgsinsel, welche der Zufall uns in diesem einförmigen Lande bekannt werden läfst, eine neue Stütze.

Unstreitig verdienen unter den bisher auf solche Weise zur Kunde der Gebirgsforscher gekommenen Inseln von anstehendem älteren Gestein keine eine gröfsere Aufmerksamkeit, als die vereinzelten Gyps-Berge. Mancherlei Verhältnisse vereinigen sich in ihnen, um gerade sie für uns vorzugsweise wichtiger zu machen. Stock-

förmige Massen von krystallinischkörnigem Gefüge, verdanken sie muthmafslich ihre Entstehung einer durch vulcanische Thätigkeit bedingten Umwandlung irgend einer zerrütteten älteren Kalksteinformation. Die Verhältnisse ihrer Stellung zu den sie begleitenden Flötzgebirgsschichten machen es ferner wahrscheinlich, dafs sie noch in einer sehr späten Periode eine Erhebung auf ihr gegenwärtiges Niveau erlitten haben, welche vielleicht selbst mit der Art ihrer Entstehung in sehr naher Verbindung steht. Einflufsreicher noch wird überdiefs ihr Erscheinen durch die unleugbare Beziehung, in welcher diese Gypsmassen sich zu den im aufgeschwemmten Lande vereinzelt austretenden Salzquellen befinden, deren zuweilen sehr bedeutender Reichthum uns auf eine in nicht sehr grofser Tiefe verborgene Steinsalz-Niederlage schliefsen läfst, welche die Hügel des aufgeschwemmten Landes in ihrem Schoofse verbergen.

Bekanntlich gab es bisher solcher merkwürdigen Punkte, auf deren Entblöfsung das Gesagte sich mehr oder minder vollständig anwenden läfst, im Gebiete der norddeutschen Ebne nur drei. Bei Lüneburg und Segeberg, und zu Sperenberg bei Zossen in der Mark Brandenburg. Die mit den Hervorragungen des Muschelkalks bei Rüdersdorf, unweit Berlin, in Berührung stehende Gyps-Niederlage scheint einer sehr abweichenden Bildung zugehören, die regelmäfsig überall auf den Gränzen des Muschelkalks und bunten Sandsteins wiederkehrt, und dadurch zur Zeit noch zu einer räthselhaften Ausnahme von einer in grofser Allgemeinheit bestätigten Regel wird. Gegenwärtig indefs hat sich die Zahl dieser Punkte noch um einen vermehrt, dessen erst seit Kurzem erfolgte Entdeckung bis jetzt nur im Bereich ihrer nächsten Umgebungen bekannt war, welcher indefs vorläufig hiedurch eine allgemeinere Kenntnifs zu sichern, vielleicht nicht ganz überflüssig ist.

Schon in der lehrreichen Abhandlung des Herrn

eynhausen über die geognostischen Verhältnisse üstenlandes von Vorpommern *) finden wir es 8.) als unverbürgte Sage erwähnt, dafs bei Lüb- m Mecklenburgischen, etwa zwei Meilen von der euerdings eine bedeutende Gyps-Masse aufgefunden sey. Diese Nachricht hat indefs später ihre Be- g durch eine ausführliche öffentliche Anzeige er- deren Einsicht ich der gefälligen Mittheilung eines es verdanke. In dem Schweriner freimüthigen latt (Jahrgang 1826, No. 384.) lesen wir von rediger des Ortes, Hrn. C. Wilbrandt, „einige hten über das bei Lübtheen entdeckte Gypsla- welche im Wesentlichen Folgendes enthalten. döstlich von Lübtheen liegt in der Richtung zwi- len Dörfern Probst Jesar und Trebs, in einer der niedrigsten Gegenden von Mecklenburg, die nicht den Ueberschwemmungen der nahen Elbe ausge- t, ein isolirter Sandhügel von geringem Umfange, r sich den angegebenen Umständen zufolge kaum ls 30 Fufs hoch über die angränzende Ebne er- mag **). Man hatte den Sand dieses Hügels schon hren dazu benutzt, um das umgebende Moorland zu erhöhen und ertragreicher zu machen, und se Weise einem grofsen Theile des Hügels selbst allmählig mehr als die Hälfte seiner Höhe genom- Bei der Fortsetzung dieser Arbeiten entdeckte man , um Weihnachten 1825, sehr unerwartet, wenige ber der nächsten Fläche hervorragend eine von ch O. fortstreichende Masse von festem Gestein, bei weiterer Untersuchung länger anhaltende Aus-

rstens Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, Bd. XIV. 7—284.

h den barometrischen Messungen der HH. von Seyde- und Berg liegt der niedrigste Punkt Mecklenburgs, der el der Elbe bei Boizenburg nur 9 paris. Fufs über dem el der Ostsee.

dehnung sehr bald die Aufmerksamkeit auf sich zog. Man machte der Grofsherzoglichen Regierung alsbald Anzeige davon, und da man inzwischen die bereits auf einer Streichungslinie von mehr als 100′ Länge entblöfste Felsmasse für Gyps erkannt hatte, so wurden von dieser ausgedehntere Untersuchungen angeordnet.

Durch eine Reihe von 13 Bohrversuchen *) ermittelte man im Frühlinge 1826 den Oberflächeinhalt der an mehreren Punkten unter dem Sande erreichten Gypsmasse zu 200 Quadrat-Lachtern. Stellenweise hatte man dabei das Gestein indefs erst in einer Tiefe von mehr als 50 Fufs unter dem Sande gefühlt, und man stiefs daher später unmittelbar in ihm selbst noch ein Bohrloch, um die Mächtigkeit desselben genauer kennen zu lernen. Dieser Bohrversuch ward bis zu einer Tiefe von mehr als 150 Fufs niedergetrieben. Bis zu nahe an 40 Fufs blieb man in fast ununterbrochen gleichförmig fortsetzendem Gestein, dann erreichte man eine mächtige Kluft von etwa 10 Fufs Tiefe, und darunter stiefs der Bohrer von Neuem auf Gyps, der bis zu 150′ 10″ ununterbrochen anhielt. Man bohrte von hier noch 4 Fufs tiefer in einem veränderten Gestein, das in dem vorliegenden Berichte graues oder Aschen-Gebirge genannt wird, und muthmafslich, wie auch die letzten geförderten Bohrproben zu beweisen scheinen, ein bituminöser stinksteinartiger Kalkmergel ist. — So sind denn in der That durch diese mit rühmlicher Beharrlichkeit ausgeführten Versuche alle Zweifel gelöst, ob hier von wahrhaft anstehendem Gestein, oder von isolirten Blöcken, welche schon oft im aufgeschwemmten Lande die Aufmerksamkeit der Beobachter irre leiteten, die Rede seyn darf.

Was die Beschaffenheit des auf diese Weise gefunde-

*) Mit der Leitung dieser Arbeiten war der um die geognostische Kenntnifs Mecklenburgs mehrfach verdiente Herr Hofmedicus Brückner beauftragt.

denen Gyps selbst anbetrifft, so ist er nach der beigefügten Beschreibung durchaus ungestaltet, wahrscheinlich ohne alle Schichtung, körnig und dabei grobkörniger und lockerer, wie es scheint, als die herrschende Gyps-Art von Lüneburg; seine angegebene gröfsere Weichheit deutet, an der Oberfläche wenigstens, auf gänzliche Abwesenheit von Anhydrit. Fraueneis traf man bisher, wie es scheint, nur in einzelnen nicht sehr grofsen Parthien darin; von Boraciten, wie ausdrücklich bemerkt wird, keine Spur. Hin und wieder dagegen fand man in ihm einzelne Stücke von schwärzlichgefärbtem kohlensauren Kalkstein (Stinkstein), und die innige Beimengung desselben scheint diesem, wie so häufig den Gypsen der Grafschaft Mansfeld, eine wellenförmige, bald heller bald dunkler gefärbte, weifs und grau verwaschene Streifung zu veranlassen. Man machte mit der Gewinnung des Gypses selbst am 28. April 1826 den Anfang, und hatte bis zum 9. Mai bereits den Inhalt von 600 Cubikfufs, oder 40 Fudern, gewonnen, auch waren die ersten Versuche, ihn zu brennen und zu Kunstwerken anzuwenden, vollkommen genügend ausgefallen. —

Dürfen wir uns schliefslich hiebei noch ein Urtheil über die Alters-Verhältnisse der neuentdeckten Gypsmasse erlauben, so wird es wohl nicht mehr genügen, auf die früher von mir in diesen Annalen geäufserte Ansicht von dem Alter der Berge von Lüneburg und Segeberg zu verweisen. Durch die grofse äufsere Aehnlichkeit jener Massen mit dem bisher sogenannten älteren Flötz-Gyps, und durch das Mitvorkommen löchriger und bituminöser Kalksteine, war ich damals verleitet worden, sie mit einiger Wahrscheinlichkeit für Glieder des Kupferschiefergebirges anzusehn. Spätere Beobachtungen lehrten mich indefs, dafs diesen sehr ähnliche Massen in der That alle jüngeren Kalksteinformationen des Flötzgebirges durchbrechen. Es zeigte sich, dafs einige derselben deutlich als Ausfüllungen in sehr neuer Periode ent-

standener Spalten anzusehn sind, und dafs die oben erwähnten bituminösen und löchrigen Kalksteine, wahrscheinlich als ein Product der Entstehung des Gypses selbst, sich bei allen seinen Vorkommnissen nachweisen lassen. Wir dürfen also wohl nicht ferner diese Massen als das untergeordnete Glied irgend einer regelmäfsig geschichteten neptunischen Formation ansprechen. Ihre Entstehung mufs in eine verhältnifsmäfsig sehr neue Zeit fallen, welche wahrscheinlich der letzten grofsen Umgestaltungsperiode unserer Erdoberfläche nicht fern liegt *).

An dem angegebenen Punkte von Lübtheen scheinen zwar in nächster Nachbarschaft des Gypses alle Spuren von anstehenden Flötzgebirgsschichten an der Oberfläche zu fehlen, und mit ihnen die Möglichkeit über

*) Die merkwürdigen Beobachtungen, welche Hr. J. von Charpentier (*Essai sur la constitution géognostique des Pyrenées, pag.* 508.) über das Auftreten von Gypsmassen, welche den unsrigen sehr ähnlich sind, am Fufse der Pyrenäen-Kette gemacht hat, scheinen zu beweisen, dafs die Entstehung derselben mit der Periode des Ausbrechens hornblendereicher Gesteine, sogenannter Ophite, zusammenfällt. Diese Ophit-Massen selbst aber haben sich, nach Hrn. von Charpentier's eignem Urtheile (p. 521.), erst in einer Zeit gebildet, welche sehr neu, ja selbst neuer ist, als die Ausfurchung der meisten Thäler. Am Fufse der Alpenkette hat bekanntlich Leop. von Buch uns, veranlafst durch die Wahrnehmungen desselben Beobachters, ein durchaus analoges Phänomen nachgewiesen (Poggendorff's Annalen, III. p. 78.). Der Gyps und das Steinsalz der Schweiz haben sich erst nach der Epoche der Erhebung des primitiven Gebirges aus Spalten der Erdrinde hervorgedrängt. Und höchstwahrscheinlich ist doch diese Epoche noch jünger als die Bildungsperiode der bedeutendsten Glieder der Tertiärformation.

Bei Lüneburg hat das Hervortreten des Gypses noch deutlich die Schichtenstellung der Kreide afficirt. Auch sind vielleicht selbst die so beständig wiederkehrenden merkwürdigen Verhältnisse, unter welchen die Reste der grofsen Säugethiere des aufgeschwemmten Landes mit den Gypsbergen dieser Bildung zusammen vorkommen, abhängig von irgend einem nahen Zusammenhange der Entstehung dieser letztern mit den Vorgängen, welche den Untergang der erstern herbeiführten.

das Alter desselben durch unmittelbare Beobachtung zu entscheiden. Die Gypsmasse selbst scheint indefs eine viel ansehnlichere Erstreckung nicht fern unter Tage zu besitzen, und selbst an mehreren Punkten wiederzukehren, als man durch die angeführten Versuche hat nachweisen können. Die zahlreichen Erdfälle, mit welchen uns Hr. Brückner in verschiedenen Theilen Mecklenburgs bekannt macht *), und deren auch Hr. Pfarrer Wilbrandt bei Lübtheen erwähnt, sprechen deutlich dafür. Nicht minder auch die Erscheinungen unterirdisch abfliefsender und periodischer Quellen **). Wichtiger aber ist es unstreitig noch zu erfahren, dafs auch Flötzgebirgsschichten selbst an mehreren Punkten Mecklenburgs aus der Decke des aufgeschwemmten Landes hervorragen, wo sie bisher nicht bekannt waren.

Herr Brückner spricht zuerst etwas ausführlicher **) von der feuersteinreichen Kreide bei Wittenborn, unweit Friedland. Neu und überraschend indefs scheinen mir die Nachrichten von einem viel ausgedehnteren Zuge von Kreidehügeln im Innern von Mecklenburg zu seyn, auf welchen uns ein Ungenannter, ebenfalls in dem oben erwähnten Abendblatte †), aufmerksam macht. In den Umgebungen des Müritz-See's nämlich, welcher sich vor den zahlreichen Landsee'n Mecklenburgs nicht nur durch seine beträchtliche Gröfse, sondern auch durch seine verhältnifsmäfsig hohe Lage ††) auszeichnet,

*) Vergl.: Wie ist der Grund und Boden Mecklenburgs geschichtet und entstanden, 1825. p. 107—112., p. 135. etc.

**) A. a. O. p. 164. sq., p. 136. Anmerk.

***) A. a. O. p. 117. u. 135. †) Jahrg. 1826, No. 369.

††) Nach den Messungen des Hrn von Seydewitz und Berg liegt der Müritz-See bei Wahren 216 pariser Fufs, der nahe Malchiner See aber nur 36′ über der Ostsee. Hr. Brückner hat gezeigt, dafs überhaupt alle See'n Mecklenburgs, deren Wasser der Nordsee zufliefst, sich vor denen, welche dem Becken der Ostsee gehören, durch eine bedeutend höhere Lage auszeichnen.

findet sich sowohl an dem östlichen als westlichen Ufer anstehende Kreide mit Feuerstein und vielen, zur Zeit noch unbeschriebenen Versteinerungen. Der östlichste Punkt ihres Vorkommens scheint auf den Feldern von Roggentin, nahe bei Mirow, zu seyn; die beträchtlichste Ausdehnung erlangt sie indefs westlich des Müritz-See's bei Gotthun und bei Wendhof, ja sie setzt noch auf das nördliche Ufer des Fleesen-See's über, und findet sich dort häufig auf dem Felde von Nossentin. Hr. Hofmedicus Brückner hat später in demselben Blatte *) diese merkwürdige Thatsache ausdrücklich bestätigt, und fügt ihr noch die wichtige Bemerkung hinzu, dafs das gemeinschaftliche Becken des Müritz-, des Fleesen-, des Kölpiner- und des Plauenschen See's auf der Südseite fast überall, auf der Nordseite wenigstens stellenweise, von anstehenden Kreidelagern eingefafst ist **). Gewifs ist es erfreulich zu sehn, dafs die Verbindungslinie der oben angegebenen Punkte sehr genau in die gesetzmäfsige Richtung des Streichens aller norddeutschen Gebirge des niederländischen Ketten-Systems, von SO nach NW, fällt. Eine Thatsache, die bekanntlich auch von den Kreidefelsen auf Rügen und von dem Kalkberge bei Lüneburg gilt; und ein neuer Beweis, dafs die Hauptrichtung unserer Höhenzüge, und der sie begleitenden grofsen Längenthäler von tiefer liegenden Ursachen abhängig sey, als von den zufälligen, gröfseren oder geringeren Anhäufungen des aufgeschwemmten Landes, wie sie durch Meeresströme oder Auswaschungen süfser Gewässer bewirkt wurden.

*) Jahrgang 1827, No. 446 u. 447.

**) Es verdient gewifs bemerkt zu werden, dafs, nach dem Zeugnisse des Hrn. Brückner (Wie ist der Grund und Boden Mecklenburgs etc. p.141.), grade diese Gegend von Mecklenburg es war, in welcher die Schwingungen des Bodens, welche sich am Tage des Erdbebens von Lissabon über einen so grofsen Theil von Europa verbreiteten, bei weitem am lebhaftesten empfunden wurden.

Was das allgemeine Grundgebirge, die nächstfolgende ältere Bildung, unserer norddeutschen Kreidehügel sey, dürfen wir jetzt, seit die Aufmerksamkeit der Beobachter auf diesen Gegenstand reger geworden ist, mit genügender Klarheit als bekannt voraussetzen. Bornholms und Schonens Westküsten enthüllen uns die kohlenreichen Sandsteine, Schiefermergel und Kalksteine der Lias-Formation an den Rändern des Urgebirges in beträchtlicher Ausdehnung. Eben so die Felsenriffe der Sandinsel bei Helgoland. Selbst noch auf dem Festlande von Pommern kennen wir im Liegenden der Kreide von Rügen und Wollin oolitischen Jurakalk mit Versteinerungen, welche sehr an die gleichnamigen Schichten dieser Formation in andern Gegenden erinnern *).

Indefs auch in unmittelbarer Bedeckung des Kreidegebirges sind uns allmählig alle jene bedeutenderen Tertiär-Formationen bekannt geworden, welche die Oberfläche derselben in den vollständiger entblöfsten Districten anderer Landstriche so regelmäfsig zu begleiten pflegen. Hr. von Oeynhausen hat uns an der Küste von Pommern in sehr grofser Ausdehnung unmittelbar auf der Kreide, das Vorkommen des plastischen Thones, und mit ihm die wahrscheinliche ursprüngliche Lagerstätte des Bernsteins der Ostseeländer kennen gelehrt **). Die kalkhaltigen Sandsteine von Sternberg im Mecklenburgischen enthalten, nach den umsichtigen Vergleichungen des Hrn. von Schlottheim ***), eine Menge von Muscheln und Schnecken, die zum Theil aufs Vollkommenste

*) Es ist diefs der Kalkstein von Fritzow, bei Cammin, dessen schon die HH. Schultz und v. Oeynhausen gedenken (vergl. Karsten's Archiv XIV. p. 236.). Die von dorther mir zugekommenen Gesteinsproben gleichen in hohem Grade den Jura-Ooliten vom Galgberge bei Hildesheim und vom Deister bei Hannover.

**) A. a. O. p. 273—277.

***) Petrefactenkunde, p. 95, 120, 121, 134, 135, 139, 140—143, 155, 187, 198.

mit den gleichnamigen der subappenninischen Hügel, mit den organischen Resten aus dem Grobkalk von Paris und von Weinheim im Rheinthale übereinstimmen. Ja wir finden selbst beide, *die Bildung des plastischen Thons und des Grobkalks*, in ihren gesetzmäfsigen Lagerungsverhältnissen mit einander verbunden.

Eine Besichtigung der Umgegend von Dömitz im Mecklenburgischen, zeigte mir vor einigen Jahren ein Beispiel dieser Art, dessen Erwähnung vielleicht hier eine Stelle verdient. Dort ist in W. und N. eine ansehnliche Braunkohlen-Bildung verbreitet, auf welcher in den Hügeln bei Bockup gegenwärtig ein regelmäfsiger, doch wenig ausgedehnter Bergbau betrieben wird. Man fand hier bei wiederholten Versuchsarbeiten, theils unmittelbar über dem Braunkohlenflötz, theils unter dem obersten Alaunerdelager, eine mehr oder weniger feste, bis höchstens 10 Fufs starke Masse von kalkhaltigem Sandstein. Hr. Brückner hat derselben in seiner oft genannten Schrift (p. 85.) als eines Gliedes seiner Alaun-Formation ausführlich erwähnt, und über ihr Vorkommen das Nähere beigebracht. Diese wohl uneigentlich sogenannte Sandsteinbank, welche kein Continuum bildet, sondern sich überall nur in Knollen aus dem Sande zusammengezogen hat, ist nichts anders, als ein vollkommnes Analogon der Grobkalk-Formation, und hier auch auf ihrer ursprünglichen Lagerungsstelle.

Man hatte im zweiten Schacht der Braunkohlengrube vom Bockup einen Stein dieser Art durchbrechen müssen, bevor man das Kohlenlager traf, und die geförderten Bruchstücke desselben fand ich noch auf der Halde umherliegend. Es war ein fester, harter, fein sandiger Kalkstein von erdigem, rauhem Bruch und dunkel braungrauer Farbe, stellenweise auch ein verhärteter schmutzig-ochergelber Mergel. In beiden waren hin und wieder silberglänzende Glimmerschüppchen zerstreut, und nicht selten kleine Kohlentrümchen, als Zeichen ihrer örtlichen Bil-

dung. Auf den Klüften dünne Ueberzüge von Schwefelkies und Eisenocher. Reichlich sah ich in diesem Steine wohlerhaltene Versteinerungskerne und Abdrücke animalischen Ursprungs; diese und einige sehr vollkommen erhaltene Muschelschaalen, welche man unmittelbar unter dem Alaunerdelager westlich von Bockup in sandiger Thonmasse gefunden hatte, gaben mir Veranlassung zur Aufstellung folgender Liste *).

## I. Mollusken.

### a. Einschaalige.

*Rostellaria Pescarbonis. A. Brongn. Mem. sur les terrains de sediment superieurs, p. 75. Pl. IV. Fig. 2. a. b.* (sehr nahe übereinstimmend).
*Strombus Pes pelecani Brocchi II. p.* 385.
Wahrscheinlich der bei Sternberg so häufige *Strombites speciosus Schloth.* Petrefactenk. p. 155.
Sehr häufig.

*Pleurotama Lam.*
Ein wohlerhaltener Abdruck, der einige Aehnlichkeit mit *Murex thiara Brocchi II. p.* 424. *Tab. VIII. Fig.* 6. hat, doch deutlich verschieden ist.

*Fusus Lam.*
Ein verstümmelter Abdruck, die Gattung sehr kenntlich, doch die Art unbestimmbar.

*Conus.*
Zwei Species in unvollkommnen Abdrücken, davon einer grofse Aehnlichkeit mit *C. deperditus Lam. Ann. du Mus. Tom. VIII. pl.* 15. *Fig.* 1., *Brocchi II. p.* 292. *Tab. III. Fig.* 2., *Brongn. sedim sup, p.* 61. *pl. III. Fig.* 1. zeigt; der andere weniger deutlich mit *Conus antidiluvianus Brocchi Tab. II. Fig.* 11.

*) Die Exemplare, an welchen die vorliegenden Bestimmungen gemacht worden sind, befinden sich gegenwärtig auf dem hiesigen Königl. Mineralien-Cabinet.

*Ancilla Lam.?*

Eine verstümmelte Schaale, vielleicht ein abgerolltes Exemplar der Gattung *Mitra Lam. Voluta Brocchi.*

*Buccinum?*

Ein unvollständiger Kern, mit einer Streifung, wie die bei *Cancellaria Lam.* gewöhnliche.

*b.* Zweischaalige.

*Pectunculus pulvinatus Lam. Ann. du Mus. Tom. IX. pl.* 18. *Fig.* 9. *Brongn. sedim. sup.* mehr entsprechend der *Var. β. pyrenaicus, Tab. VI. Fig.* 15. *a. b. p.* 77.

Sehr häufig.

*Nucula Lam.*

*N. laevigata* *Sowerby Min. Conch. Vol. II. p.* 207. *Tab. CXCII. Fig.* 1. *et* 2. Genau übereinstimmend, mit ganz erhaltener Schaale.

*N.* ..... Aehnlich der *N. lanceolata Sowerby Min. Conch. Vol. II. p.* 178. *Tab. CLXXX. Fig.* 1., doch deutlich verschieden.

Abdruck in mehreren Exemplaren.

*Venus* ..... Ein Kern mit wohl ausgedrücktem Schlofs, ähnlich mit *V. islandica Brocch. II. p.* 554. *Tab. XIV. Fig.* 5.

*Cardium* .... Ein Kern, ähnlich mit *C. fragile Brocchi, Tab. XIII. Fig.* 4. *a. b.*

## II. Zoophyten.

*Fungia Guettardi. A. Brongn. Descript. de Paris, p.* 34. *u. p.* 157. *note, Pl. VIII. Fig.* 5. *Guettard. Mémoires sur diff. part. de la physique etc. Tome III. pl. XII. Fig.* 1—8.

Häufig.

Das Alaunerdelager von Bockup liegt aller Wahrscheinlichkeit nach über dem nahen Braunkohlenlager, und es leidet mithin keinen Zweifel mehr. dafs nicht auch un-

ter dem Sande unserer aufgeschwemmten Niederung die Glieder der Tertiär-Formation genau in denselben Lagerungs-Verhältnissen vorkommen, in welchen sie zuerst in dem Becken der Seine die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich zogen, und später in so grofser Allgemeinheit wieder aufgefunden wurden.

---

## VI. *Untersuchungen über die Vertheilung des freien Magnetismus in Magnetstäben; von T. A. Kupffer, Professor in Kasan.*

(Ann. de chim. et de phys. XXXV. p. 50.)

Die meisten dieser Untersuchungen wurden nach der Coulomb'schen Methode angestellt, d. h. man liefs eine kleine Magnetnadel horizontal und stets in gleichem Abstande vor mehreren Punkten eines senkrechten Magnetstabes schwingen. Die einzige Abänderung, welche mir nöthig schien, bestand darin, dafs ich die Nadel in einem gröfseren Abstande vom Stabe schwingen liefs als Coulomb; denn ich bemerkte, wie dieser, dafs die Kraft der kleinen Magnetnadel sich leicht änderte, wenn man sie dem Stabe zu sehr genähert hatte, und dafs eine zu lebhafte Anziehung selbst die Lage der Nadel veränderte, und den Faden, woran sie hing, aus seiner Verticale ablenkte, was nothwendig grofse Fehler in die Resultate bringen mufste. Freilich wirkt bei dieser Anordnung eine zu grofse Zahl von Punkten des Magnetstabes auf die Magnetnadel, um annehmen zu können, dafs die Wirkung proportional sey den Mengen von freiem Magnetismus, welche sich in den, in der Verlängerung der Nadel liegenden Punkten des Magnetstabes befinden; so dafs die folgenden Berechnungen nur dazu dienen können, ein früher von der Theorie aufgefundenes Vertheilungsgesetz zu bestätigen.

Die kleine Magnetnadel war von Stahl, flach, sehr schmal und 12 Millimeter lang; sie hing horizontal in

3 Decimeter Abstand vom Magnetstab. Der Magnetstab war cylindrisch, 607 Mill. lang und 12,5 Mill. dick, aus Gufsstahl verfertigt und nicht gehärtet. Ein Arnold'scher Chronometer, der 150 Schläge in einer Minute machte, diente zur Messung der Zeit, welche die Nadel zu 100 Schwingungen gebrauchte. Unter dem Einfluſs des Erdmagnetismus machte sie dieselben in 2′32″,0.

Die Beobachtungen sind in den folgenden Tafeln zusammengestellt. Die Spalte I. giebt den Abstand des in der Verlängerung der Nadel liegenden Punktes vom Nordpol des Stabes, die Spalte II. die Zeit, welche die Nadel zu 100 Schwingungen gebrauchte; die Spalte III., die dieser Dauer entsprechende Kraft; und die Spalte IV. endlich, den Abstand des Punktes am Stabe, der in der Verlängerung der Nadel lag, von dem Punkte, wo die Anziehung des Stabes Null ist oder vom Indifferenzpunkte. Die Einheit, auf welche sich die Zahlen dieser Spalte beziehen, ist 40 Millim.; so daſs 40 Millim. durch 1 bezeichnet sind, 80 Millim. durch 2 u. s. w. Die nördlichen Kräfte sind durch +, die südlichen durch — bezeichnet. Zunächst untersuchte ich, eine wie groſse magnetische Kraft dem Stabe durch alleinige Wirkung des Erdmagnetismus ertheilt wurde. Die Resultate dieser Beobachtungen finden sich in folgender Tafel.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 523,5 | 2′ 30″,4 | — 0,0093 | — 6 | 243,5 | 2′ 32″,8 | + 0,0045 | + 1 |
| 483,5 | 2 30, 4 | 0,0093 | 5 | 203,5 | 2 32, 8 | 0,0045 | 2 |
| 443,5 | 2 30, 4 | 0,0093 | 4 | 163,5 | 2 33, 2 | 0,0068 | 3 |
| 403,5 | 2 30, 8 | 0,0069 | 3 | 123,5 | 2 33, 6 | 0,0090 | 4 |
| 365,5 | 2 31, 2 | 0,0046 | 2 | 83,5 | 2 33, 6 | 0,0090 | 5 |
| 323,5 | 2 31, 6 | 0,0023 | 1 | | | | |
| 303,5 | 2 31, 6 | 0,0023 | ½ | | | | |
| 283,5 | 2 32, 0 | 0,0000 | 0 | | | | |

Sobald der Stab umgekehrt wurde, verlor er gänzlich den Magnetismus, den ihm die Wirkung der Erde in seiner ersten Stellung ertheilt hatte; aber er nahm nicht

gleich den entgegengesetzten Zustand an, ausgenommen
den Enden, wo sich ein sehr schwacher und dem frü-
eren entgegengesetzter Magnetismus zeigte.

Um dem Stabe einen sehr schwachen Magnetismus
ertheilen, führte ich ihn jetzt senkrecht über den Nord-
ol eines künstlichen, sehr starken Magnetstabes hinweg,
achdem ich die Nadel wiederum vor den Stab gestellt
tte, beobachtete ich folgende Schwingungszeiten der-
lben.

Der Nordpol des Stabes war nach oben gerichtet.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 71,5 | 3′ 7″,2 | + 0,1475 | + 7 | 231,3 | 2′ 52″,8 | + 0,0979 | + 3 |
| 11,5 | 3 6, 8 | 0,1463 | 6 | 271,5 | 2 46, 4 | 0,0717 | 2 |
| 51,5 | 3 3, 6 | 0,1362 | 5 | 311,3 | 2 39, 2 | 0,0383 | 1 |
| 91,5 | 2 58, 1 | 0,1186 | 4 | 351,5 | 2 32, 0 | 0,0000 | 0 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 391,5 | 2′ 26″,0 | — 0,0363 | — 1 |
| 431,5 | 2 20, 4 | 0,0745 | 2 |
| 471,5 | 2 16, 4 | 0,1047 | 3 |
| 511,5 | 2 12, 8 | 0,1342 | 4 |
| 551,5 | 2 10, 8 | 0,1517 | 5 |

Man sieht, dafs der Südpol des Stabes stärker war
s der Nordpol desselben, und dafs der Indifferenzpunkt
m stärkeren Pole näher lag, als dem anderen. Der
ab wurde nun umgekehrt, so dafs der Nordpol nach
ten zu liegen kam, sogleich wuchsen die Kräfte in den
rschiedenen Punkten des Stabes, wie man aus folgen-
r Tafel ersieht.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 46,5 | 2′ 9″,2 | — 0,1662 | — 5 | 386,5 | 2′ 25″,2 | — 0,0415 | — 1 |
| 06,5 | 2 11, 2 | 0,1481 | 4 | 346,5 | 2 32, 0 | 0,0000 | 0 |
| 66,5 | 2 14, 8 | 0,1175 | 3 | 306,5 | 2 38, 8 | + 0,0363 | + 1 |
| 26,5 | 2 19, 6 | 0,0803 | 2 | 266,5 | 2 46, 4 | 0,0717 | 2 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 226,5 | 2′ 54″,0 | + 0,1025 | + 3 |
| 186,5 | 3 1, 2 | 0,1283 | 4 |
| 146,5 | 3 6, 4 | 0,1450 | 5 |
| 106,5 | 3 10, 0 | 0,1558 | 6 |
| 66,5 | 3 11, 2 | 0,1593 | 7 |

Zugleich hat sich der Indifferenzpunkt der Mitte des Stabes genähert. Ich habe wohl nicht nöthig zu sagen, dafs der Stab diese Veränderungen nicht plötzlich erlitt, sondern dafs er, in jeder neuen Stellung, mehrere Stunden gebrauchte, um auf seinen endlichen Zustand zu gelangen. Im Allgemeinen zeigte sich, dafs wenn die magnetischen Kräfte des Stabes zunahmen, der Indifferenzpunkt sich langsam der Mitte des Stabes näherte, oder dafs er sich von dieser entfernte, wenn sie abnahmen.

Dieser Einfluſs des Erdmagnetismus auf die Vertheilung und Intensität der freien magnetischen Kräfte eines Magnetstabes, wurden noch mehr durch die folgenden Beobachtungen bestätigt.

Derselbe Stab wurde auf's Neue, seiner ganzen Länge nach, über den Nordpol eines grofsen künstlichen Magnetstabes hinweggeführt, ganz wie vorhin, nur öfterer, damit er ganz die magnetische Kraft erhielt, welche diese Magnetisirungsmethode zu erregen im Stande war. Er wurde alsdann, in gleichem Abstande wie vorhin, wiederum vor die Nadel gestellt. und man beobachtete aufs Neue die Dauer der Schwingungen.

Der Nordpol des Stabes nach oben gerichtet.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 167,5 | 4′ 46″,4 | + 0,3109 | + 4 | 287,5 | 2′ 50″,8 | + 0,0900 | + 1 |
| 207,5 | 3 54, 4 | 0,2508 | 3 | 327,5 | 2 32, 0 | 0,0000 | 0 |
| 247,5 | 3 17, 6 | 0,1767 | 2 | 367,5 | 2 17, 6 | — 0,0953 | — 1 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 407,5 | 2′ 7″,2 | — 0,1852 | — 2 |
| 447,5 | 1 59, 6 | 0,2663 | 3 |
| 487,5 | 1 54, 4 | 0,3313 | 4 |
| 527,5 | 1 51, 2 | 0,3759 | 5 |

Und nachdem man den Stab umgekehrt hatte:

Der Nordpol des Stabes nach unten gerichtet.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 527,5 | 1′ 50″,4 | — 0,3876 | 5 | 407,5 | 2′ 7″,2 | — 0,1852 | 2 |
| 487,5 | 1 53, 6 | 0,3421 | 4 | 367,5 | 2 17, 6 | 0,0953 | 1 |
| 447,5 | 1 59, 2 | 0,2710 | 3 | 327,5 | 2 32, 0 | 0,0000 | 0 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 287,5 | 2′ 51″,6 | + 0,0932 | + 1 |
| 247,5 | 3 18, 8 | 0,1798 | 2 |
| 207,5 | 3 58, 0 | 0,2563 | 3 |

Hier ist der Magnetismus des Stabes eben so grofs in seiner zweiten Stellung, wie in seiner ersten; aber der Indifferenzpunkt ist noch an derselben Stelle geblieben. Dieser letztere Umstand war indefs nicht von langer Dauer; am andern Morgen hatte sich der Indifferenzpunkt um zwei Millimeter der Mitte genähert und die Kraft des Nordpols sich ein wenig vergröfsert. Nachdem der Magnetstab abermals umgekehrt worden, so dafs er genau in seiner erstern Stellung war, fand sich: dafs er noch nicht völlig auf seinen früheren Zustand zurückgekommen war; diefs hat man der Coërcitivkraft des Stahles zuzuschreiben, wodurch derselbe den einmal erhaltenen Magnetismus nur schwer verliert.

Aus dem Vorhergehenden ist also klar:

1) Dafs der Indifferenzpunkt stets dem stärkeren Pole näher liegt, als dem andern.

2) Dafs ein senkrechter Magnetstab gröfsere Kraft besitzt, wenn (in unserer Halbkugel) der Nordpol nach unten gerichtet ist, als in der umgekehrten Stellung.

3) Dafs ein Stab, den man nach der oben angewandten Methode magnetisirt, d. h. den man seiner ganzen Länge nach mit einem einzigen Pol eines Magneten bestrichen hat, immer stärker ist an dem Pole, den der Pol des Magneten unmittelbar erregt. Der Indifferenzpunkt ist also diesem Pole immer näher, als dem andern; aber er nähert sich *der Mitte, wenn der* Magnetismus des Sta-

bes auf der ganzen Länge desselben gleichförmig zunimmt.

Diese Gesetze wurden noch durch eine grofse Zahl von Versuchen bestätigt, deren Erwähnung hier überflüssig seyn würde. Ich werde in den beiden folgenden Tafeln nur eine Beobachtungsreihe so zusammenstellen, die mit einem nach der Coulomb'schen Methode des Doppelstrichs bis zur Sättigung magnetisirten Stabe angestellt worden ist. Die Nadel hatte einen kleinen Theil ihres Magnetismus verloren; sie gebrauchte 2′ 33″,2 zu 100 Schwingungen.

Der Nordpol des Stabes nach oben gerichtet.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 300 | 2′ 33″,2 | 0,0000 | 0 | 420 | 1′ 37″,6 | — 0,6239 | — 3 |
| 340 | 2 4, 4 | — 0,2201 | — 1 | 460 | 1 31, 2 | 0,7763 | 4 |
| 360 | 1 48, 0 | 0,4313 | — 2 | 500 | 1 27, 2 | 0,8891 | 5 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 540 | 1′ 25″,2 | — 0,9515 | — 6 |
| 260 | 3 43, 2 | + 0,2253 | + 1 |

Hier drehte sich die Nadel um.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 220 | 15′ 26″ | + 0,4144 | + 2 | 140 | 2′ 48″,4 | + 0,7787 | + 4 |
| 180 | 3 44, 8 | 0,6239 | 3 | 100 | 2 27, 2 | 0,8876 | 5 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 60 | 2′ 18″,8 | + 0,9451 | + 6 |

Der Nordpol des Stabes nach unten gekehrt.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 304 | 2′ 33″,2 | 0,0000 | 0 | 424 | 1′ 37″,2 | — 0,6324 | — 3 |
| 344 | 2 4, 4 | — 0,2201 | — 1 | 464 | 1 30, 4 | 0,7975 | — 4 |
| 384 | 1 48, 0 | — 0,4313 | — 2 | 504 | 1 26, 8 | 0,9012 | — 5 |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 544 | 1′ 24″,8 | — 0,9645 | — 6 |
| 266 | 3 40, 0 | + 0,2195 | + 1 |

Hier drehte sich die Nadel um.

| I. | II. | III. | IV. | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 184 | 3′ 44″,0 | + 0,6254 | + 3 | 104 | 2′ 25″,6 | + 0,8978 | + 5 |
| 144 | 2 47, 2 | 0,7838 | + 4 | 64 | 2 17, 2 | 0,9573 | + 6 |

In diesen beiden letzten Tafeln betrug der Horizontal-Abstand des Mittelpunkts der Nadel vom Magnetstab 315 Millimeter. Da die Dauer von 100 Schwingungen der Nadel nicht genau 2′ 33″,2, sondern ein wenig geringer war, so kann die oben angezeigte Lage des Indifferenzpunktes um 1 oder 2 Millimeter fehlerhaft seyn.

Der nämliche Stab, an mehreren vereinigten Fäden von ungezwirnter Seide aufgehangen, machte 40 Schwingungen in 884″8.

Das obige, aus den Beobachtungen abgeleitete Gesetz erstreckt sich, wie leicht zu ersehen, auch auf die horizontale Lage. Ich zog auf ein Blatt Papier mehrere Parallellinien und legte sie so genau wie möglich in den magnetischen Meridian. Diese Linien wurden von einer andern senkrecht durchschnitten. Eine kleine Magnetnadel, welche unter einer Glocke an einem sehr feinen Faden von ungedrehter Seide horizontal aufgehängt war, wurde dem Papier sehr nahe gebracht, und zwar so, dafs ihr Mittelpunkt sich genau über dem Punkte befand, wo sich eine der Parallellinien mit der Querlinie durchschnitt. Hiedurch coïncidirte die Nadel genau mit der Linie, über welcher sie aufgehängt war, und die geringste Abweichung von derselben konnte leicht bemerkt werden. Dieser Apparat konnte auch gebraucht werden, um den Indifferenzpunkt des Stabes und die Stärke seiner Pole auszumitteln. Um an dem Stab den Indifferenzpunkt aufzufinden, brauchte man ihn nur auf eine der Linien, die mit der Richtung der Nadel parallel waren, zu legen, und ihn dann so lange hin und her zu schieben, bis er die Nadel nicht mehr vom magnetischen Meridian ablenkte. Der Durchschnittspunkt des Stabes (als Linie

betrachtet) mit derjenigen Querlinie, die senkrecht gegen die Nadel durch deren Mittelpunkt ging, mufste dann der Indifferenzpunkt des Stabe sseyn. Um endlich die Kraft eines seiner Pole zu finden, legte man den Stab in die Verlängerung der Nadel, in einem gewissen Abstand von derselben, und beobachtete die Dauer ihrer Schwingungen; woraus man dann, nachdem man zuvor die Dauer einer Oscillation derselben unter Einwirkung des Erdmagnetismus beobachtet hatte, leicht die magnetische Kraft des Poles berechnen konnte.

Bei den folgenden Versuchen bestimmte man zunächst den Indifferenzpunkt des Stabes; dann legte man den Stab auf die Linie der Nadel, 14 Centimeter von deren Mittelpunkt, zuerst südwärts und dann nordwärts derselben, und beobachtete nun die Dauer einer gewissen Zahl von Schwingungen. Endlich wurde der Stab umgekehrt und dieselben Operationen wiederholt.

Der Stab war cylindrisch, aus ungehärtetem Gufsstahl verfertigt, 60,3 Centimeter lang und 12,5 Millimet. dick. Die Nadel hielt 14 Millmet. in Länge, und machte, unter blofser Einwirkung des Erdmagnetismus, 100 Schwingungen in $2' 38'',4$.

Zunächst wurde der Stab bis zur Sättigung magnetisirt und auf die Linie der kleinen Nadel gelegt, so dafs sein Nordpol gegen Norden gerichtet war. Als der Stab sich südwärts von der Nadel befand, so dafs sein Nordpol dem Südpol der Nadel zugewandt war, machte diese 200 Schwingungen in $1' 45'',6$, was einer Kraft von 3,1885 entspricht. Als der Stab darauf nach der andern Seite der Nadel gebracht wurde, jedoch so, dafs er seine Lage in Bezug auf die Weltgegenden behielt, also mit seinem Südpol gegen den Nordpol der Nadel gekehrt war, machte diese 200 Schwingungen in $1' 45'',2$, was eine Kraft von 3,2157 giebt *).

Jetzt

*) Aus dem Unterschiede zwischen diesen beiden Zahlen ersieht man, dafs dieser Stab nicht ganz gleichförmig magnetisirt worden war; was auch bei einem Stabe von dieser Länge sehr schwer zu erreichen ist.

Jetzt wurde der Stab umgekehrt, so dafs sein Nordpol gegen Süden lag. Die kleine Nadel drehte sich ebenfalls um, und machte in den beiden Lagen, nord- und südwärts des Stabes, 200 Schwingungen in $1' 1''{,}6$ und $1'0''{,}8$; was die Kräfte 3,0339 und 3,1037 giebt. Man sieht also, dafs der Stab eine weit beträchtlichere Kraft ausübte, wenn er mit seinem Nordpol gegen Norden gerichtet war, als in der umgekehrten Lage.

Der Indifferenzpunkt dieses Stabes war 30,26 Centimeter vom Nordpol entfernt; er lag also dem Südpol ein wenig näher, als dem Nordpol.

Bei mehreren andern Versuchen, wobei der Indifferenzpunkt des Stabes ziemlich von dessen Mitte entfernt war, bemerkte man, aufser derselben Zunahme der magnetischen Kraft, eine Näherung des Indifferenzpunktes zur Mitte, wenn der Stab, der zuvor mit seinem Nordpol gegen Süden gerichtet war, umgekehrt wurde.

Wenn man einen stark magnetisirten Stab in zwei verschiedenen Abständen, z. B. in Abständen von 14 und 10 Centimeter auf die Linie der Nadel legt, so findet man, dafs die Wirkungen des Stabes auf die Nadel sich in diesen beiden Lagen fast genau umgekehrt wie die Abstände der Enden des Stabes vom Mittelpunkt der Nadel verhalten. Diefs beweist, dafs der Mittelpunkt der Kräfte, die auf die Nadel wirken, sehr nahe am Ende des Stabes liegt. Man findet den Abstand $a$ dieses eingebildeten Punktes vom Ende des Stabes bei der Annahme, dafs die von dem Stabe ausgeübten Kräfte in umgekehrtem Verhältnisse der Abstände dieses Punktes vom Mittelpunkt der Nadel stehen müssen, durch die Formel:

$$a = \frac{b'\sqrt{K'} - b\sqrt{K}}{\sqrt{K} - \sqrt{K'}}$$

in welcher $b$, $b'$ die beiden successiven Abstände des Stabendes vom Mittelpunkt der Nadel, und $K$, $K'$ die

bei diesen beiden Abständen vom Stabe ausgeübten Kräfte bezeichnen.

Vergleicht man auf diese Weise zu je zwei mehrere Beobachtungen, die bei verschiedenen Abständen des Stabes vom Mittelpunkt der Nadel gemacht sind, so findet man Werthe von $a$, die nicht genau die nämlichen sind, sondern sehr wenig von einander abweichen. In den bis zur Sättigung magnetisirten Stäben ist der Werth von $a$ immer sehr klein und negativ, d. h. der Punkt, dessen Abstand vom Ende des Stabes durch $a$ ausgedrückt ist, und der den Mittelpunkt der auf die Nadel wirkenden Kräfte darstellt, fällt zum Ende des Stabes hinaus. In schwach magnetisirten Stäben, wenn der Indifferenzpunkt etwas von ihrer Mitte entfernt liegt, ist der Werth von $a$ an dem schwächeren Ende positiv und kann sehr grofs werden, wie man aus dem folgenden Versuche ersieht.

Ein cylindrischer Stab von Gufsstahl, der dem vorhergehenden ganz ähnlich war, wurde mit einem seiner Enden mit dem Nordpol eines sehr starken künstlichen Magneten in Berührung gesetzt. Es fand sich, dafs der Indifferenzpunkt um 8,8 Centimeter vom Südpol ablag. Der Stab wurde auf die Linie der Nadel gelegt, so dafs der Südpol des Stabes dem Süddpol der Nadel zugewandt war; als der Stab mit seinem Ende um 14 Centimeter vom Mittelpunkt der Nadel abstand, gebrauchte die Nadel $5' 0'',0$ zu 100 Schwingungen, und als jener Abstand 10 Centimeter betrug, drehte die Nadel sich um, und gebrauchte nur $3' 46'',4$ zu derselben Zahl von Schwingungen. Die diesen Schwingungszeiten entsprechenden Kräfte sind 0,2874 und 0,5936, und daraus findet man $a = -0^c,85$.

Der Stab wurde nun auf die andere Seite der Nadel gebracht, ohne ihn in seiner Lage gegen die Weltgegenden zu ändern, so dafs also der Nordpol des Stabes auf den Nordpol der Nadel wirken mufste. Die Nadel machte 100 Schwingungen bei 14 Centim. Abstand

in $2' 44''{,}4$, und bei 10 Centim. Abstand, in $2' 46''{,}8$. Dieſs giebt $K = 0{,}0286$; $K' = 0{,}0391$, und $a = +13{,}83$. Nachdem der Stab umgekehrt worden, so daſs sein Nordpol gegen Norden lag, fand sich die Kraft des Südpols, bei 14 Cent. Abstand, gleich 0,2959, und, bei 10 Cent. Abstand, gleich 0,6015, die Kraft des Nordpols am Stabe dagegen, bei 14 Centim. Abstand, $= 0{,}0320$, und bei 10 Centim. Abstand, $= 0{,}0555$.

Bei einem anderen Versuche lag der Indifferenzpunkt des Stabes 9,0 Centim. vom Südpol. Als der Nordpol des Stabes gegen Süden gerichtet war, fand sich die Kraft des Südpols, bei 14 Centim. Abstand, $= 0{,}2978$, und, bei 10 Cent. Abstand, $= 0{,}6059$; die Kraft des Nordpols dagegen, beim ersteren Abstande, $= 0{,}0304$, und, beim zweiten, $= 0{,}0409$. Dieſs giebt $a = -0{,}595$ für den Südpol und $a = +11{,}42$ für den Nordpol.

Man sieht aus diesen Beobachtungen, daſs der Werth von $a$ um so gröſser ist, je weiter der Indifferenzpunkt von der Mitte des Stabes entfernt liegt, und, daſs er negativ ist an dem Ende, welchem der Indifferenzpunkt sich genähert hat, und positiv an dem andern Ende.

Die Erscheinungen, welche ich angeführt habe, sind vielleicht hinreichend, um die Anomalien zu erklären, welche Hr. Barlow bei den Anziehungen von glühenden Eisenstäben bemerkt hat. Wir haben vorhin gesehen, daſs der Indifferenzpunkt von sehr schwach magnetisirten Stäben sich deren Enden sehr nähert. Da der Magnetismus, welcher dem weichen Eisen durch die Wirkung der Erde mitgetheilt wird, bei heller Rothgluth null ist, und beim dunklen Glühen sein Maximum erreicht, so ist es wahrscheinlich, daſs sich an jedem Ende des Stabes ein Indifferenzpunkt bildet, so daſs, wenn man sich mit einer Boussole nur wenig von diesen Enden entfernt, man auf Punkte trifft, die schon jenseits des Indifferenzpunktes liegen und einen Magnetismus besitzen, der dem am Ende selbst vorhandenen entgegengesetzt ist

In dieser ersten Epoche der Erkaltung mufs selbst der Magnetismus, der dem am Ende befindlichen entgegengesetzt ist, bis zu einem gewissen Punkt wachsen, um so mehr, als man sich der Mitte des Stabes nähert; allein in dem Maafse, als die Kraft des Stabes wächst, kommt der Indifferenzpunkt der Mitte näher, und alles tritt in die Ordnung der gewöhnlichen Erscheinungen zurück *).

Hier noch einige Versuche, welche mit demselben Apparate über den Einfluſs angestellt sind, welche die Form der Enden des Stabes auf die magnetische Kraft desselben und auf die Lage des Indifferenzpunktes ausübt. Ein 43 Centimet. langer und $12\frac{1}{2}$ Millim. dicker, cylindrischer Stab von ungehärtetem Gufsstahl, wurde an einem seiner Enden zugerundet, darauf bis zur Sättigung magnetisirt und auf die Linie der Nadel gelegt, in einem Abstande von 14 Centimet. von derselben. Als der Nordpol des Stabes gegen Süden gerichtet war, fand sich die Kraft des Nordpols am abgerundeten Ende $=2{,}0319$, und die des Südpols $=2{,}1558$. In umgekehrter Lage des Stabes war die magnetische Kraft des Nordpols $=2{,}2198$, und die des Südpols $=2{,}3006$. Der Indifferenzpunkt lag in der Mitte des Stabes.

Dasselbe Ende, welches bei dem vorigen Versuche zugerundet war, wurde spitz gefeilt, und bei mehreren aufeinanderfolgenden Versuchen, wobei der Stab jedesmal bis zur Sättigung magnetisirt wurde, immer schärfer. Die Kraft des zugespitzten Poles nahm in dem Maafse ab, als die Spitze schärfer wurde; der Indifferenzpunkt entfernte sich immer mehr von diesem Ende, und der Werth von $a$, welcher zu Anfange negativ war, nahm immer mehr ab, bis er Null wurde und endlich das Zeichen wechselte; so dafs, als der Kegel, in welchen dieses Ende des Stabes sich verlief, eine Höhe von 16 Millimeter hatte, $a=+0{,}71$ Centim. gefunden wurde.

*) Genauer sind diese Erscheinungen von Hrn. Dr. Seebeck in Bd. 10. S. 47. dies. Annal. untersucht. P.

Die Temperatur, welche einen so merklichen Einfluſs auf die Intensität der magnetischen Kräfte ausübt, muſs wahrscheinlich auch auf die Vertheilung derselben von Einfluſs seyn. Dieſs werden die folgenden Versuche aufser allem Zweifel setzen.

Ein Parallelepiped von gehärtetem Stahl, 503 Millim. Länge, $15\frac{1}{4}$ Millim. Breite und 5 Millim. Dicke, wurde bis zur Sättigung magnetisirt und senkrecht vor einer Nadel aufgestellt, in demselben Apparate, der bei unseren ersten Beobachtungen zur Bestimmung der magnetischen Kraft der verschiedenen Punkte eines Magnetstabes gedient hatte. Blofs durch den Erdmagnetismus angeregt, machte derselbe 50 Schwingungen in 268″. Die folgende Tafel enthält die gesammten Beobachtungen, die Spalte II. darin giebt die Dauer von 200 Schwingungen der Nadel.

| I. | II. | III. | I. | II. | III. | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 156,5 | 260″ | 0,5569 | 96,5 | 181″ | 1,1862 | 46,5 | 151″ | 1,7195 |
| 146,5 | 243 | 0,6426 | 76,5 | 165 | 1,4311 | 36,5 | 150 | 1,7430 |
| 136,5 | 228 | 0,7374 | 66,5 | 159 | 1,5441 | 16,5 | 154 | 1,6518 |
| 116,5 | 202 | 0,9455 | 56,5 | 154 | 1,6518 | — 6,5 | 169 | 1,3659 |

Derselbe Stab wurde bis zu 80° Reaum. erhitzt, und nach dem Erkalten wieder in den Apparat gebracht. Die Kraft hatte beträchtlich abgenommen, wie man aus folgender Tafel ersieht.

| I. | II. | III. | I. | II. | III. | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 156,5 | 291″ | 0,4376 | 116,5 | 229″ | 0,7280 | 76,5 | 191″,5 | 1,0559 |
| 136,5 | 256 | 0,5765 | 96,5 | 208 | 0,8897 | 56,5 | 180, 5 | 1,1929 |

Diese Beobachtungen zeigen uns, dafs der durch die Wärme veranlafste Verlust von Magnetismus nicht gleichförmig war in der ganzen Länge des Stabes, sondern nach den Enden hin beträchtlicher war, als gegen die Mitte. Denn, wenn man die Kräfte, welche denselben Punkten des Stabes vor der Erwärmung angehörten, durch die nach derselben dividirt, so sind die Quotienten um

so gröfser, je näher die Punkte den Enden des Stabes liegen. So ist

$$\frac{0{,}5569}{0{,}4376} = 1{,}2727 \text{ kleiner als } \frac{1{,}6518}{1{,}1929} = 1{,}3763$$

und so fort.

Derselbe Stab wurde auf's neue magnetisirt und horizontal auf seine schmale Seite in den magnetischen Meridian gelegt, in einem gewissen Abstande von einer sehr kleinen Magnetnadel, die sich in der Verlängerung des Stabes befand. Die Nadel, blofs durch den Erdmagnetismus angeregt, machte 100 Schwingungen in 490″. Es wurden dem Stabe verschiedene Abstände von dem Mittelpunkt der Nadel gegeben, und dieselben mit Sorgfalt gemessen; sie sind in der Spalte I. der folgenden Tafel enthalten. Die Spalte II. enthält die Dauer von 100 Schwingungen der Nadel, und die Spalte III. die Kräfte, welche diesen Schwingungszeiten entsprechen.

| I. | II. | III. | I. | II. | III. | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 197m*) | 427″ | 0,1777 | 157 | 350″ | 0,2849 | 117 | 266″ | 0,5237 |
| 187 | 409 | 0,1975 | 147 | 329,5 | 0,3267 | 107 | 243,5 | 0,6330 |
| 177 | 390 | 0,2213 | 137 | 309 | 0,3773 | 97 | 221 | 0,7773 |
| 167 | 370 | 0,2505 | 127 | 288 | 0,4406 | 87 | 198 | 0,9787 |
| | | | | | | 77 | 174 | 1,2795 |

Jetzt wurde der Stab fortgenommen und bis zur Siedhitze des Wassers erhitzt. Nach dem Erkalten wurde er wieder an seinen Ort gelegt und die Schwingungen der Nadel auf's neue beobachtet; sie sind in folgender Tafel enthalten.

| I. | II. | III. | I. | II. | III. | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 197m | 483″ | 0,1298 | 137 | 365″ | 0,2586 | 77 | 224″ | 0,7556 |
| 177 | 446 | 0,1595 | 117 | 320 | 0,3490 | 67 | 198 | 0,9787 |
| 157 | 406? | 0,2010 | 97 | 273 | 0,4951 | 57 | 172 | 1,3104 |
| | | | | | | 47 | 146 | 1,8349 |

*) Ob nicht Millimeter? *P.*

Bei den zwei letzten Beobachtungen war die Anziehung so stark, dafs die Nadel dem Stabe ein wenig näher rückte, so dafs die aus ihnen abgeleiteten Kräfte ein wenig zu grofs sind.

Berechnet man aus den Angaben in den beiden letzten Tafeln die Werthe von $a$, so findet man, dafs sie in der vorletzten Tafel negativ, und in der letzten positiv sind. Der Mittelpunkt der in Richtung des Stabes wirkenden magnetischen Kräfte, welcher über das Ende des Stabes hinausfällt, wenn dieser bis zur Sättigung magnetisirt ist, nähert sich also durch Erwärmung dem Ende ein wenig, und befindet sich endlich in einem kleinen Abstande seitwärts von der Mitte des Stabes. Durch die 1ste und 7te Beobachtung der vorletzten Tafel findet man $a = -0^{mm},57$, und durch die 7te und 3te Beobachtung der nämlichen Tafel $a = -0^{mm},39$; aber in der letzten Tafel geben die 1ste und 4te Beobachtung $a = +0,88$, und die 4te und 8te Beobachtung $a = +0,75$.

---

Ich will hier noch einige Beobachtungen anführen, die sich auf die Vertheilung des Magnetismus in bis zur Sättigung magnetisirten Stäben beziehen, und bei denen eine Nadel von Magnetkies gebraucht wurde, von einer Substanz, die einen sehr schwachen Magnetismus annimmt, aber ihn sehr lange behält. Diese Nadel konnte dem Magnetstabe, der senkrecht stand, bis auf einen Horizontalabstand von nur 4 Centimetern genähert werden. Der Stab war $361^{mm}$ lang und $8^{mm}$ dick, cylindrisch und von sehr gehärtetem Stahl. Die Beobachtungen sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

| I. | II. | III. | IV. | | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 182 | 10′ 35″,2 | 0,0003 | 0 | | 102 | 1′ 40″,8 | 0,9598 | 2 |
| 172 | 4 33, 6 | 0,1094 | $\frac{1}{4}$ | | 82 | 1 28, 8 | 1,2438 | $2\frac{1}{2}$ |
| 162 | 3 22, 0 | 0.2207 | $\frac{1}{2}$ | | 62 | 1 20, 4 | 1,5226 | 3 |
| 152 | 2 47, 2 | 0,3334 | $\frac{3}{4}$ | | 42 | 1 15, 8 | 1,7252 | $3\frac{1}{2}$ |
| 142 | 2 24, 4 | 0,4552 | 1 | | 22 | 1 13, 6 | 1,8216 | 4 |
| 122 | 1 58, 0 | 0,6938 | $1\frac{1}{2}$ | + | 2 | 1 23, 0 | 1,4272 | $4\frac{1}{2}$ |

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| — 18 | 1′ 56″,5 | 0,7091 | 5 |
| — 38 | 2 52, 8 | 0,3105 | 5½ |
| — 58 | 3 56, 4 | 0,1551 | 6 |
| — 78 | 4 59, 6 | 0,0870 | 6½ |
| — 98 | 5 59, 0 | 0,0532 | 7 |
| 118 | 6 52, 0 | 0,0345 | 7½ |

Die kleine Nadel war 13 Millimeter lang, quadratisch und 3 Millimeter dick. Sie machte, durch blofse Einwirkung der Erde, 50 Schwingungen in 5′ 20″.

## VII. *Ueber die Zusammensetzung des Haytorits.*

Die Form und die physischen Eigenschaften des Haytorits sind im X. Bande dieser Annalen beschrieben worden. Aus der Analyse, die ich mit diesem Minerale angestellt habe, und zu der mich Hr. Prof. Weifs gütigst mit Material versah, geht hervor, dafs dieses Mineral blofs aus Kieselerde besteht.

Beim Glühen in einem Platintiegel werden Stücke von Haytorit undurchsichtig, milchweifs, wie Chalcedon, nur hier und da braunroth von Eisenoxyd, und verlieren dabei 0,5 Procent.

In Flufssäure löst sich das gepulverte Mineral leicht und vollständig auf. Beim Abdampfen bleibt nur eine Spur von flufssaurem Eisen zurück, weil sich sämmtliche Kieselerde mit der Flufssäure verflüchtigt. Auf diese Art hätte indessen auch ein möglicher Gehalt von Boraxsäure verflüchtigt werden können. Ich schmolz daher 0,429 Grm. trocknes Steinpulver mit 4—5 Mal so viel kohlensaurem Natron im Platintiegel über der Spirituslampe. Die vollkommen geschmolzene Masse löste sich in reinem Wasser leicht und vollständig auf. Die Auflösung wurde durch Salzsäure zersetzt, eingetrocknet, in salzsäurehaltigem Wasser wieder aufgelöst und die zurückbleibende Kieselerde abfiltrirt. Sie wog 0,423 Grm., also 0,006 weniger, als das angewandte Fossil. Aus der davon filtrirten Auflösung schlug Ammoniak 0,001 Eisenoxyd nieder, was mechanisch eingemengt war, und dessen Menge in verschiedenen Krystallen ungleich ist. Hundert Theile Haytorit gaben also: Kieselerde 98,5, Eisenoxyd 0,2; *Glühverlust* 0,5.

Wöhler.

## VIII. *Ueber die Krystallformen und die Zusammensetzung der schwefelsauren, selensauren und chromsauren Salze;*

*von E. Mitscherlich.*

Ich will es versuchen, eine Verpflichtung zu erfüllen, zu der ich mich durch frühere Abhandlungen und Versprechungen verbunden fühle; ich habe in den verflossenen Jahren mir den gröfsten Theil der krystallisirten Körper zu verschaffen gesucht, und bisher nur einzelne Reihen, wie die phosphorsauren und arseniksauren Salze, oder einzelne Erscheinungen, wie das Krystallisiren des Schwefels, in zwei verschiedenen Formen herausgesucht, um dadurch einzelne Theile der Theorie der Chemie, Physik oder Mineralogie zu erklären. Meine Absicht ist jetzt, in einer Reihe von kleineren Abhandlungen die Krystallformen der wichtigsten einfachen und zusammengesetzten Körper zu beschreiben, und zugleich ihre Zusammensetzung und ihre chemischen und physicalischen Eigenschaften anzuführen, indem ich die für die Krystallographie oder für den Zusammenhang der Krystallform mit der chemischen Zusammensetzung und mit den optischen oder andern Eigenschaften interessante Körper weitläuftiger, andere dagegen nur ganz kurz beschreiben werde. Ich habe aus diesem Grunde die schwefelsauren, selensauren und chromsauren Salze zuerst gewählt, weil bei diesen Salzen fast alle Erscheinungen, worauf die Lehre vom Zusammenhang der Krystallform und chemischen Zusammensetzung, und worauf die Krystallographie selbst beruht, vorkommen; aufserdem kann ein jeder sich die schwefelsauren Salze verschaffen, so dafs man an diesen Salzen die Krystallographie und Isomorphie am leichtesten *studiren und erlernen* kann, und zugleich eig-

nen sie sich am besten zur Wiederholung der wichtigsten Thatsachen.

---

*Das schwefelsaure Silberoxyd.*
*Das selensaure Silberoxyd.*
*Das wasserfreie schwefelsaure Natron.*
*Das wasserfreie selensaure Natron.*

Die einfache Form dieser Salze ist ein Rhomben-Octaëder, Taf. I. Fig. 1., zu dem die Flächen *d*, *n* und *a* Fig. 2. hinzukommen.

Die Fläche *d* ist unter denselben Winkel gegen die anliegenden Flächen *P* geneigt.

Die Fläche *n* ersetzt die Kante *D*, und bildet mit den anliegenden Flächen *P*, gegen die sie gleich geneigt ist, einander parallele Kanten.

Die Flächen *a* bilden ein stumpferes Octaëder; die Kanten zwischen *a* und *P* sind denen zwischen *P* und $P^{II}$ parallel; die Kante, die die Flächen dieses stumpfen Octaëders mit den Flächen des schärferen bildet, sind einer Fläche, die durch die Kanten *D D* geht parallel; durch eine Messung der Neigung von *a* zu $a^{II}$ wurde gefunden, dafs tang. $\frac{1}{2}$ *c*:$c^{I}$ zu tang. $\frac{1}{2}$ *C*:$C^{I}$ wie 3:1 sich verhalte.

Nach der Fläche *d* ist der blättrige Bruch sehr ausgezeichnet, nach den Flächen *P* gleichfalls sehr deutlich.

Gewöhnlich erscheinen die Krystalle so, wie ich sie gezeichnet habe; manchmal verlängern sie sich nach der Richtung von $P^{I}$ und *P*, so dafs sie alsdann als Prismata erscheinen, deren Seitenflächen durch *P* und $P^{I}$ gebildet werden, und dessen scharfe Seitenkante durch die Fläche *d* ersetzt wird.

Bei allen vier Verbindungen ist Anzahl und Ausbildung der Flächen vollkommen dieselbe.

Das schwefelsaure Silberoxyd ist vom schwefelsauren Natron, was die Winkel anbetrifft, etwas verschieden, *P* neigt sich gegen $P^{I}$ beim schwefelsauren Natron unter 135° 41′, beim selensauren Natron unter ungefähr 134° 22′, *beim schwefelsauren* Silber unter 136° 20′, beim selen-

sauren Silber unter 135° 42′; $P$ neigte sich gegen $P''$ beim schwefelsauren Natron unter 123° 43′, beim schwefelsauren Silber unter 125° 11′, beim selensauren Natron, unfähr 123° 13′, beim selensauren Silberoxyd unter 123° 30′.

Nach der eben angeführten Messung des schwefelsauren Natrons sind die Winkel der Krystalle folgende:

$P:P' = 135° 41'$
$P:P'' = 123° 43'$
$P':P'' = 104° 18'$
$n:n' = 129° 21'$
$C:C' = 118° 46'$
$P:d = 134° 19'$
$n:d = 125° 19\frac{1}{2}'$
$a':a''' = 63° 51\frac{1}{2}'$
$a':P' = 150° 4\frac{1}{4}'$
Kante $e:e' = 121° 13'$

Diese vier Salze sind neutrale Verbindungen ohne Krystallwasser, und daher zusammengesetzt

das schwefelsaure Silberoxyd aus:

| | |
|---|---|
| Schwefelsäure | 25,66 |
| Silberoxyd | 74,34 |

das selensaure Silberoxyd aus:

| | |
|---|---|
| Selensäure | 35,37 |
| Silberoxyd | 64,63 |

das schwefelsaure Natron aus:

| | |
|---|---|
| Schwefelsäure | 56,18 |
| Natron | 43,82 |

das selensaure Natron aus:

| | |
|---|---|
| Selensäure | 67,03 |
| Natron | 32,97. |

Die Eigenschaft des schwefelsauren Natrons, aus einer warmen Auflösung ohne Wasser zu krystallisiren, ist zuerst von Haidinger entdeckt worden; eine Entdeckung, die durch die grofse Anzahl von Salzen, von denen es sich später gezeigt, dafs sie bei einer erhöhten Temperatur entweder ohne Wasser oder mit weniger Wasser krystallisiren, für die Lehre von der Isomorphie

von grofser Wichtigkeit geworden ist. Man erhält das wasserfreie schwefelsaure und das wasserfreie selensaure Natron sehr leicht, wenn man eine concentrirte Auflösung bei einer Temperatur über 33° C. krystallisiren läfst, oder wenn man Krystalle von wasserhaltigem schwefelsauren oder selensauren Natron, die man in eine Schaale oder auf Papier gelegt hat, durch Erwärmen langsam entwässert; ich habe auf diese Weise Krystalle von der Länge eines halben Zolls erhalten; auch wenn man wasserfreies schwefelsaures Natron schmilzt, erhält man diese Krystalle. Das wasserfreie schwefelsaure Natron bildet sich auch durch die Sonnenhitze in Spanien; es ist von Casaseca als ein eigenthümliches Mineral entdeckt, und von Cordier krystallographisch beschrieben. Cordier's Beschreibung, obgleich er keine gute mefsbare Krystalle erhielt, stimmt ziemlich mit meinen Angaben überein.

Es ist unstreitig, dafs die sonderbare Erscheinung, die das schwefelsaure und selensaure Natron, was ihre Löslichkeit im Wasser anbetrifft, zeigen, dafs nämlich der Punkt der gröfsten Löslichkeit (eine Beobachtung, die Gay-Lussac zuerst beim schwefelsauren Natron gemacht hat) bei beiden Salzen bei ungefähr 33° C. statt findet, und über und unter dieser Temperatur die Löslichkeit abnimmt, mit der Bildung der wasserfreien Salze zusammenhängt; denn bis 33° C. ist ein Körper, der Krystallwasser enthält, in der Auflösung; jenseits dieser Temperatur ein Körper ohne Krystallwasser, also eine andere Verbindung. Beim Kochsalz ist es ganz derselbe Fall, dessen Löslichkeit bei —10° viel geringer ist, als von 0 bis 100°, weil alsdann ein Körper mit Krystallisationswasser sich in der Flüssigkeit befindet. Auch das schwefligtsaure Natron hat eine ähnliche Eigenschaft als das schwefelsaure und selensaure, was die Löslichkeit anbetrifft, aber auch diefs krystallisirt bei einer erhöhten Temperatur ohne Krystallisationswasser. Schon die isomorphen arseniksauren und phosphorsauren Salze sind fast ganz gleich löslich

in Wasser, und in der That folgt noch aus vielen andern Erscheinungen, dafs ein inniger Zusammenhang zwischen der Löslichkeit in Wasser und der gleichen Krystallform statt findet; doch wird dieser durch manche Nebenumstände bedingt, z. B. durch verschiedene Verwandtschaft der Salze zum Wasser, die durch wenige Temperaturgrade verändert wird, und durch andere noch nicht aufgefundene Ursachen. Die Schmelzbarkeit der Körper scheint in gar keinem Verhältnifs zu ihrer Form zu stehen, so dafs von isomorphen Körpern einige sehr leicht schmelzbar, andere fast ganz unschmelzbar sind, alle Silicate, z. B. der Talkerde, sind unschmelzbar, die des Manganoxyduls sehr leicht schmelzbar.

Das wasserfreie selensaure Natron erhält man noch leichter, als das schwefelsaure, da es bei einer noch etwas niedrigeren Temperatur, als das schwefelsaure, ohne Wasser krystallisirt. Genau die Temperatur anzugeben, bei der die wasserfreien Salze anfangen sich zu bilden, ist sehr schwer; bei beiden Salzen tritt dieſs gewifs bei 40° C. ein.

Selensaures und schwefelsaures Silberoxyd erhält man am besten, wenn man diese Körper aus einer Auflösung in Salpetersäure krystallisiren läfst; also am leichtesten, wenn man salpetersaures Silber mit Schwefelsäure oder Selensäure fällt, und die Fällung in Salpetersäure auflöst; beide Salze sind nur wenig in Wasser löslich, und nur etwas mehr in Salpetersäure. Vergleicht man die Löslichkeit dieser Salze mit der der Natronsalze, so sieht man, dafs die Isomorphie der Körper nicht allein die gleiche Löslichkeit hervorbringe.

---

*Schwefelsaures Silberoxyd-Ammoniak.*
*Selensaures Silberoxyd-Ammoniak.*
*Chromsaures Silberoxyd-Ammoniak.*

Die einfache Form dieser Salze ist ein gerades Prisma, Taf. I. Fig. 3., mit quadratischer Basis, zu dem die Flächen *a* und *d*, Fig. 4., hinzukommen.

Die Fläche *d* ist gleich gegen *M* und *M'* geneigt, die Kanten, die sie mit dieser Fläche macht, sind einander parallel.

Die Flächen *a* ersetzen die Kante zwischen *d* und *P*, so dafs sie vergröfsert ein Quadrat-Octaëder bilden würden; durch sie wird die Höhe des Prisma's bestimmt.

*M* neigt sich gegen *M* und *d* gegen *d* unter 90° bei allen drei Verbindungen, die Fläche *a* neigt sich gegen *P* bei der schwefelsauren Verbindung nach einer Messung unter 127°, nach einer anderen unter 127° 13½', bei der selensauren unter 127° 16⅓', bei der chromsauren unter 127° 47'.

Wenn man von der Messung der Fläche *a* zu *P* zu 127° ausgeht, so sind die Neigungen folgende:

$M:d=135°$
$M:M'=90°$
$d:d=90°$
$a:a''''=106°$
$a:d=127°$
$a:a''=74°$

Man erhält diese Salze sehr leicht, wenn man gefälltes schwefelsaures, selensaures oder chromsaures Silberoxyd nur mit so viel erwärmtem concentrirten Ammoniak übergiefst, bis sich alles auflöst; beim Erkalten krystallisiren alsdann diese Verbindungen in schönen Krystallen heraus, die sich in Wasser unverändert und leicht wieder auflösen. Das schwefelsaure und selensaure Salz ist farbenlos und durchsichtig, das chromsaure gelb; die Krystalle der schwefelsauren Verbindung bleiben, lange der atmosphärischen Luft ausgesetzt, unverändert; die der selensauren Verbindung entwickeln Ammoniak; die der chromsauren Verbindung zersetzen sich am schnellsten.

Die Zusammensetzung der schwefelsauren Verbindung ist von meinem Bruder durch eine quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile ausgemittelt wor-

den, ich habe mich überzeugt, dafs die anderen beiden Salze der schwefelsauren Verbindung analog zusammengesetzt sind.

Die schwefelsaure Verbindung besteht aus:

| | |
|---|---|
| Schwefelsäure | 21,04 |
| Silberoxyd | 60,95 |
| Ammoniak | 18,01. |

Die selensaure Verbindung also aus:

| | |
|---|---|
| Selensäure | 29,70 |
| Silberoxyd | 54,26 |
| Ammoniak | 16,04. |

Die chromsaure Verbindung aus:

| | |
|---|---|
| Chromsäure | 25,74 |
| Silberoxyd | 57,32 |
| Ammoniak | 16,94. |

Diese drei Verbindungen sind dem von Berzelius analysirten basischen schwefelsauren Kupferoxyd-Ammoniak analog zusammengesetzt. Sie enthalten doppelt so viel Ammoniak als zur Sättigung der Säure nothwendig ist, und die Säure würde mit dem Silberoxyd eine neutrale Verbindung bilden. Mein Bruder hat schon mehrere mögliche Fälle angeführt, wie man sich diese Verbindung zusammengesetzt denken kann; mir scheint jetzt die Annahme wahrscheinlich zu seyn, dafs sie aus einer Verbindung von neutralen Ammoniaksalzen mit Silberoxyd-Ammoniak bestehen. Das chromsaure Salz sieht nämlich gelb aus, wird aber, sobald es Ammoniak verliert, roth. Setzt man zu einer Auflösung dieser Verbindungen in Wasser kaustisches Kali, so fällt sogleich ein Niederschlag nieder, der aus Silberoxyd-Ammoniak besteht und heftig detonirt; späterhin krystallisirt noch von diesem Körper aus der Auflösung, indem Ammoniak fortgeht, heraus, denn Silberoxyd-Ammoniak ist in Ammoniak löslich.

*Schwefelsaures Nickeloxyd.*
*Selensaures Nickeloxyd.*
*Selensaures Zinkoxyd.*

Die einfache Form dieser Verbindungen ist ein Quadrat-Octaëder, Taf. I. Fig. 5., zu dem die Flächen *e*, *g*, *a*, *c* und *b*, Fig. 7. und 8., hinzukommen.

Die Fläche *e* ist gleich gegen die anliegenden Flächen *P* geneigt.

Die Fläche *g* ist gleichfalls gleich gegen die anliegenden Flächen *P* geneigt.

Die Fläche *a* ist gleichfalls gleich gegen die anliegenden Flächen *P* geneigt, und bildet mit ihnen einander parallele Kanten.

Die Fläche *c* bildet mit *g* und *P* parallele Kanten, es ist also ein stumpferes Octaëder, *c* ist gleich gegen die Flächen *a* geneigt, und bildet damit einander parallele Kanten, woraus folgt, dafs tang. $\frac{1}{2}$ $c^{I}$:$c^{IIII}$ zu tang. $P^{I}$:$P^{IIII}$ sich wie 2:1 verhalten.

Die Flächen *b* bilden mit *a* und *g* parallele Kanten; sie bilden also ein stumpferes Octaëder, als die Flächen *a*; und da jede Fläche *b* mit *c* und *P* Kanten bildet, die einander parallel sind, so folgt daraus, dafs tang. $\frac{1}{2}$ $b^{I}$:$b^{IIII}$ zu tang. $\frac{1}{2}$ $a^{I}$:$a^{IIII}$ wie 3:2 sich verhält.

Nach der Fläche *g* findet ein sehr deutlicher blättriger Bruch statt.

Bei allen drei Salzen ist die Anzahl und Ausbildung der Flächen vollkommen dieselbe.

Die Winkel zeigten bei den Krystallen der verschiedenen Salze keine gröfsere Abweichung, als bei verschiedenen Krystallen desselben Salzes. Beim schwefelsauren Nickeloxyd neigte sich *P* zu $P^{II}$ unter 139° 17$\frac{1}{2}'$, beim selensauren Zinkoxyd unter 138° 53′, beim selensauren Nickeloxyd unter 138° 56′.

Wenn man die Messung des selensauren Nickeloxyds zum Grunde legt, so ist die Neigung der Flächen zu einander folgende:

$P$:$P^{II}$

$P:P^{II}=138°\ 56'$
$P:P^{IIII}=41°\ 4'$
$P:P^{I}=97°\ 4'$
$P:g=110°\ 32'$
$e:e=90°$
$e:g=90°$
$P:e=131°\ 28'$
$a:a^{IIII}=55°\ 49'$
$a:g=117°\ 54\frac{1}{2}'$
$a:e=152°\ 5\frac{1}{2}'$
$a:a^{II}=124°\ 11'$
$b:b^{IIII}=76°\ 56\frac{1}{2}'$
$b:g=128°\ 28\frac{1}{4}'$
$c:c^{IIII}=73°\ 40'$
$c:g=126°\ 50'$

In den drei Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zum Sauerstoff der Säure, wie 1:3, und zum Sauerstoff das Wasser, nach dem Versuche nahe wie 1:7.

Das schwefelsaure Nickeloxyd besteht demnach aus:

| | |
|---|---|
| Schwefelsäure | 28,51 |
| Nickeloxyd | 26,71 |
| Wasser | 44,78 |

Das selensaure Nickeloxyd aus:

| | |
|---|---|
| Selensäure | 38,37 |
| Nickeloxyd | 22,90 |
| Wasser | 38,73 |

Das selensaure Zinkoxyd aus:

| | |
|---|---|
| Selensäure | 38,11 |
| Zinkoxyd | 24,13 |
| Wasser | 37,76 |

Ich werde im nächsten Heft eine andere Form des schwefelsauren Nickeloxyds und schwefelsauren Zinkoxyds beschreiben, die von dieser ganz verschieden ist; die

beiden verschiedenen Formen hängen von der Temperatur ab, bei der sich die Krystalle bilden. Selensaures Zinkoxyd bei einer Temperatur von 10° in prismatischen Krystallen krystallisirt, verändert seine Form schon dadurch, dafs es nur auf ein von der Sonne erwärmtes Papier gelegt wird. Sehr gut beobachtet man diese Erscheinung auch beim schwefelsauren Nickeloxyd, das bei einer Temperatur von 15° noch in prismatischen Krystallen krystallisirt; wenn grofse Krystalle dieses Salzes der Sonnenwärme in einem verschlossenen Gefäfs ausgesetzt werden, so behalten die Krystalle manchmal die äufsere Form so bei, dafs man z. B. die Neigung der Seitenflächen gegen einander noch durch Messung bestimmen kann, bricht man sie aber entzwei, so bestehen sie aus einer Menge von Krystallen, zuweilen von der Gröfse mehrerer Linien, die Quadrat-Octaëder sind; ich habe solche Quadrat-Octaëder messen können. Die Veränderung dauerte 2 — 3 Tage. Ich habe den Wassergehalt durch eine vollständige Analyse der Verbindung bestimmt; die in Quadrat-Octaëder veränderten prismatischen Krystalle, die viele Tage dem Sonnenlichte in einem offnen Glase ausgesetzt waren, gaben 30,14 Schwefelsäure, die Quadrat-Octaëder, die aus einer warmen Auflösung krystallisirt waren, 29,88 Proc. Schwefelsäure; nimmt man das Mittel, so enthält das Quadrat-Octaëder 30,02 Schwefelsäure, 28,13 Nickeloxyd und 41,85 Wasser, also 2,93 Wasser weniger als es, wenn sieben Proportionen Wasser darin sind, enthalten sollte. Es folgt aus dieser Erscheinung, wie aus vielen andern, die ich in meiner vorhergehenden Abhandlung angeführt habe, dafs die einzelnen Theile der Materie in den festen Körpern gegen einander verschiebbar sind; dafs sie eine andere Lage annehmen können, ohne dafs der Körper flüssig wird.

## IX. *Von einigen durch Drücken und Spalten der Krystalle hervorgebrachten elektrischen Erscheinungen; von Hrn. Becquerel.*

(Gelesen in der K. Akad. der Wiss. zu Paris am 6. Aug. 1827. Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p. 265.)

Vor einigen Jahren hatte ich die Ehre in der Akademie eine Abhandlung über die Entwickelung von Elektricität durch Druck vorzulesen *). Diese Erregungsart, die weit einfacher ist, als die Reibung, wird begreiflich durch den hygrometrischen Zustand und die Temperatur der Körper, durch die Stärke des Drucks und die Geschwindigkeit der Trennung abgeändert. Vermöge der erhaltenen Resultate konnte ich selbst den durch Druck hervorgebrachten elektrischen Erscheinungen diejenigen anreihen, welche man beim Spalten des Glimmers und Gypses erhält, und eine Beziehung aufstellen zwischen der Intensität der Elektricität und dem zugehörigen Druck. Kein Versuch war damals über die Gesetze der Elektricitätserregung durch Reibung oder Druck gemacht, indem die Physiker sich bisher nur mit der Entdeckung der Mittel beschäftigten, das elektrische Princip in Bewegung zu setzen, und die das Phänomen abändernden Umstände festzustellen, ohne dafs sie suchten, die Wirkungen zu messen.

Untersuchungen der Art erforderten einen Apparat, mittelst dessen ich die Intensität der durch den Druck erregten Elektricität messen konnte, und der zugleich erlaubte, die zu dieser Erregung beitragenden Ursachen nach Belieben abzuändern. Eine gehörig eingerichtete elektrische Wage erfüllte diesen Zweck. Da aber die zu messenden Kräfte oft sehr schwach waren, so mufste ich zur Drehung einen nach Wollaston's Methode aus-

*) Einen kurzen Bericht von dieser Untersuchung findet man in dies. Ann. Bd. 73. S. 117. *P.*

gezogenen Platindraht anwenden. Mit diesem Instrumente versehen, fand ich, dafs bei den die Elektricität nur wenig leitenden Körpern, wenn man sie mit gehöriger Geschwindigkeit trennte, die Intensität der entwickelten Elektricität dem Drucke proportional war, d. h. dafs beim zweifachen Drucke die Intensität ebenfalls doppelt war. Diefs Gesetz nimmt ohne Zweifel bei höherem Drucke ab, in dem Maafse, als die Theilchen an Zusammendrückbarkeit verlieren, oder die Berührungsflächen zu sehr angegriffen werden, um vergleichbare Resultate zu geben. Dadurch, dafs ich verschiedene Mineralien dem Drucke eines und desselben Körpers unterwarf, bestimmte ich das Verhältnifs ihrer elektrischen Fähigkeiten. Auf diese Art beobachtete ich, dafs das elektrische Vermögen beim blättrigen Gypse dreimal schwächer ist, als beim Kalkspath. Beide Körper, wohlverstanden, waren von gleicher Temperatur und in gleichem hygrometrischen Zustande, und ihre Flächen hatten den Glanz, den ihnen das Spalten ertheilt.

Bei der Arbeit, welche ich mir über die elektrischen Erscheinungen des Drucks vorgenommen, habe ich durchaus nicht beabsichtigt zu untersuchen, ob sie durch eine andere Ursache, als die, welche beim Reiben Elektricität erregt, entstanden seyen. Mein Zweck war, zu sehen, wie der Druck, den man als ein Element der Reibung betrachten kann, auf diese Entwickelung einwirke. Da nämlich die Reibung in der That aus einer ununterbrochenen Reihe von Drucken besteht, so mufs die Intensität der durch sie erregten Elektricität gleich seyn der Summe von den durch diese einander folgenden Drucke entwickelten Elektricitätsmengen, weniger denjenigen, welche sich während der ungemein geringen Dauer eines jeden Drucks zur Bildung von natürlicher Elektricität wieder vereinigen. Die Reibung ist also eine zusammengesetztere Erscheinung, als der Druck, bei welchem jeder Körper eine dem Drucke proportionale Elektricitätsmenge mit sich

nimmt. Nach dieser Auseinandersetzung sieht man, wie wichtig das Studium der durch Druck bewirkten elektrischen Erscheinungen ist.

Ich habe gezeigt, dafs, wenn zwei Körper einem gewissen Drucke unterworfen werden, und man diesen, ohne die Berührung zu stören, auf die Hälfte verringert die Wirkung des fortgenommenen Drucks, je nach dem Grade der Leitungsfähigkeit beider Körper, noch eine Zeitlang anhält, so dafs, wenn man mit der Zusammendrückung aufhört, jeder dieser Körper mehr Elektricität mit sich führt, als dem übrig gebliebenen Drucke entspricht. Diese Thatsache habe ich mit Genauigkeit ermittelt. Statt nun die Körper nach der Verringerung des Druckes zu trennen, setze ich sie wiederum dem früheren, fortgenommenen Drucke aus, und wiederhole diefs Verfahren zu mehreren Malen. Ein Versuch, worin ich z. B. mit einer Korkscheibe und einem Kalkspathkrystall so verfuhr, gab Folgendes. Die beiden Körper wurden unter einen Druck von 4 Kilogrammen gebracht, dann wurde der Druck auf die Hälfte verringert, und eine Minute darauf trennte man die Körper. Die Intensität der von den Korkscheiben erlangten Elektricität liefs sich durch 170 darstellen, während sie, wenn die Trennung sogleich nach dem Drucke von 4 Kilogrammen bewerkstelligt worden wäre, 250 betragen hätte. Die Wirkung des fortgenommenen Drucks bestand also zum Theil noch fort, denn ohne denselben würde man $\frac{250}{2}$ oder 125 gehabt haben. Statt nun die Körper zu trennen, füge ich den Druck von 2 Kilogrammen, der fortgenommen war, wieder hinzu, und wiederhole diese abwechselnde Verminderung und Vermehrung des Drucks zu mehreren Malen. Zuletzt findet man, dafs die Korkscheibe nur die Intensität besitzt, welche dem stärkeren Drucke entspricht.

Es geht hieraus also die wichtige Thatsache hervor, dafs wenn man zwei Körper, von denen einer ein schlechter Elektricitätsleiter ist, gegen einander preſst, und man

den Druck, bei Aufrechthaltung derselben Berührung, gewisse Male abwechselnd vermehrt und vermindert, jeder der beiden Körper bei Aufhebung des Drucks immer nur diejenige Elektricitätsmenge, die dem stärksten Drucke entspricht, mit sich nimmt, obgleich geringe Reibungen zwischen den Theilchen statt gefunden haben. Seine Wirkung ist also, bei jedem Körper die Menge von Elektricität zu ergänzen, die er vermöge dieser letzten Wirkung haben mufs.

### Von der beim Spalten regelmäfsig krystallisirter Körper erregten Elektricität.

Viele Thatsachen zeigen, dafs wenn zwei Körper in Folge einer gegenseitigen Anziehung ihrer Flächen zusammenhaften, und einer von ihnen kein guter Elektricitätsleiter ist, sie beide, im Momente, wann sie getrennt werden, einen Ueberschufs von entgegengesetzter Elektricität annehmen. Glas, Schellack u. s. w., in Quecksilber getaucht, üben z. B. eine gewisse Adhäsion zu demselben aus. Zieht man sie heraus, so findet man, dafs sie einen Ueberschufs von Elektricität angenommen haben, deren Art, wie es Hr. Dessaignes sorgfältig beschrieben hat, von besonderen Umständen abhängig ist.

Schellack, geschmolzen und auf Glas ausgegossen, haftet bekanntlich daran vermöge einer Adhäsion, und wenn man es trennt, nehmen beide Körper einen Ueberschufs von entgegengesetzter Elektricität an.

Es ist höchst wahrscheinlich, dafs Glas, Schellack und andere Körper, die in Wasser getaucht sind, beim Herausziehen elektrisirt seyn würden, wenn nicht Wassertheilchen an ihrer Oberfläche haften blieben, d. h. wenn nicht die Anziehung des Wassers zu diesen Körpern gröfser wäre, als die unter seinen eigenen Theilchen.

Eben so bekommt man bei den elektrischen Versuchen mit Druck eine desto beträchtlichere Elektricitätsentwickelung, je gröfser die Adhärenz zwischen den

gepreſsten Körpern ist. Zwei Korkscheiben z. B., die zusammengedrückt gewesen sind, zeigen beim Abheben zuweilen einigen Zusammenhalt; und dann ist die Elektricitätserregung beträchtlicher, als wenn keine Adhärenz statt gefunden hat.

Vor allem bemerkt man solche Erscheinungen, wenn man Kork oder Hollundermark gegen eine vollkommen polirte Fläche eines Diamanten drückt. Einige Physiker haben diese Erscheinungen der Reibung zugeschrieben, welche die Theilchen im Momente des Trennens der Körper erleiden; allein diese Erklärung scheint keinen Grund zu haben, denn der vorhergehende Versuch beweist offenbar, daſs die partiellen Reibungen, welche die Theilchen beim Vermindern des Drucks erfahren, keinen Einfluſs auf die Abänderung der Elektricitätsentwickelung ausüben. Die Elasticität ist mithin die Hauptursache der Erscheinungen.

Die elektrischen Erscheinungen beim Druck und die beim Spalten haben groſse Aehnlichkeit mit einander; denn wenn man die Blättchen des Glimmers oder Gypses plötzlich trennt, so nimmt jedes derselben einen Ueberschuſs von entgegengesetzter Elektricität mit sich. Legt man sie wiederum auf einander in derselben Lage, in der sie vor ihrer Trennung befindlich waren, und drückt sie schwach zusammen, so erhält man, wenn man sie trennt, abermals dieselben elektrischen Erscheinungen. Man sieht also, daſs der Druck, welcher mechanisch eine Annäherung der Theilchen bewirkt, dieselben Erscheinungen hervorruft, als die Cohäsionskraft, welche bloſs eine innigere Berührung derselben Theilchen bedingt. Diese Erscheinungen finden nicht in's Unbestimmte statt; denn wenn die frisch gespaltenen Blättchen der Luft ausgesetzt werden, verlieren sie ziemlich bald ihre elektrische Eigenschaft, vielleicht wegen des hygrometrischen Wassers, welches sie absorbiren.

Alle regelmäſsig krystallisirten Substanzen besitzen

dieselbe Eigenschaft, wie der Glimmer und der Gyps. Ich habe mich davon beim Kalkspath, Schwerspath, Flufsspath, Topas u. s. w. überzeugt. Wesentlich ist es jedoch dazu, dafs der Krystall rein gespalten sey; denn, wenn er gerissen oder gebrochen wird, zeigt sich keine elektrische Wirkung. Man begreift in der That, dafs, wenn die Spaltung nicht sauber ist, einige Blättchen die eine Elektricität, und andere die entgegengesetzte Elektricität annehmen; die Summe aller dieser Elektricitäten kann dann vielleicht Null seyn, und diefs beobachtet man auch am häufigsten.

Der Topas zeigt nur in einer Richtung einen Blätterdurchgang, nämlich senkrecht auf der Axe des Krystalls, nach welcher die Vertheilung der Elektricität geschieht, wenn man die Temperatur dieses Minerals um einige Grade erhöht. Die natürlichste Annahme, welche sich aufdringt, ist die, dafs sich die Blättchen im Momente ihrer Trennung in zwei verschiedenen elektrischen Zuständen befinden, so dafs sie als Elemente einer Säule betrachtet werden können. Indefs verhalten sich die Sachen anders. Denn es müfsten die in Bezug auf einen der Scheitel des Krystalls ähnlich liegenden Blättchen stets dieselbe Elektricität durch die Spaltung annehmen, allein diefs geschieht nicht; man erhält bald die eine, bald die andere Elektricität. Die Art der Elektricität hängt also bei der Spaltung von besonderen Umständen ab, und nicht von der Lage der Blättchen. Im Momente der Trennung findet also eine Erschütterung der Theilchen statt, welche jede der Flächen bestimmt, die eine oder die andere Elektricität anzunehmen.

## X. *Ob das Tellur metallisch in concentrirter Schwefelsäure gelöst enthalten seyn könne; vom Prof. N. W. Fischer in Breslau.*

Mit Magnus Ansicht *) über die Wirkung der concentrirten Schwefelsäure auf Selen, Schwefel und Tellur, kann ich mich nicht befreunden, vielmehr finde ich mich veranlafst, die bisherige, nach welcher diese Stoffe auf Kosten der Schwefelsäure eine Oxydation erleiden, zu vertheidigen. Was zuvörderst die Gründe betrifft, welche Magnus gegen die bisherige Annahme einer Oxydation anführt, so beziehen sie sich fast einzig und allein auf das Verhalten des Tellurs, und lassen sich leicht beseitigen, wenn man annimmt, dafs das Tellur eine niedrigere Oxydation, als zur Bildung einer Basis nöthig ist, erleidet. Auch ist die Annahme wohl nicht seltsam zu nennen, dafs durch das Vermischen mit Wasser die gebildete Auflösung wieder in Tellur und Schwefelsäure zersetzt werde, indem durch den Zusatz von Wasser und die bedeutende Anziehung der Schwefelsäure zu demselben die Verwandtschaftsverhältnisse, durch welche vorher das Tellur auf Kosten der Schwefelsäure oxydirt worden ist, dergestalt umgeändert werden können, dafs nunmehr die unvollkommene Schwefelsäure auf Kosten des oxydirten Tellurs wiederum zu vollkommener Säure umgeschaffen wird. Aber, was spricht, könnte mir Magnus entgegensetzen, denn eigentlich für die Oxydation dieser drei Stoffe bei ihrem Auflösen in Schwefelsäure? Folgende drei Umstände:

Erstens, dafs sich das Tellur, wie das Selen und der Schwefel, mit einer specifisch verschiedenen, ihm eigenthümlichen Farbe in der farblosen Schwefelsäure auflöst. Freilich kann die Farbe an und für sich we-

*) Dies. Ann. Bd. 86. S. 491.

weder die Identität, noch die Verschiedenheit eines Körpers darthun, indem wir in der That sehr viele verschiedene Körper von einer und derselben Farbe, und umgekehrt auch einige einzelne kennen, die nach ihrem verschiedenen Aggregatszustand auch eine verschiedene Farbe besitzen, wie Selen, Schwefelantimon, chromsaures Silberoxyd u. s. w. Wenn aber ein *eigenthümlich gefärbter* Stoff bei der Auflösung in einer *farblosen* Flüssigkeit eine so sehr verschiedene Farbe annimmt, wie das bei der Auflösung jener drei Stoffe in Schwefelsäure der Fall ist, so sind wir wohl berechtigt, hier eine wesentliche chemische Veränderung anzunehmen; und dafs hier nach der Natur dieser Körper eine Oxydation derselben auf Kosten der Schwefelsäure das wahrscheinlichste ist, versteht sich von selbst.

Der zweite Umstand, der für die Oxydation spricht, ist: dafs dieselbe doch unbezweifelt, wie auch Magnus angiebt, beim Erwärmen statt findet. Nach einer schon längst gemachten Beobachtung aber findet bei *jeder* Säure, welche bei *erhöhter* Temperatur auf Metalle einwirkt, diese Wirkung, obgleich, wie natürlich, in geringerem Grade auch bei der *gewöhnlichen* Temperatur statt.

Um jedoch nicht bei bloſsen theoretischen Erörterungen stehen zu bleiben, suchte ich die Erscheinungen, welche bei der Auflösung des Tellurs in Schwefelsäure statt finden, näher zu erforschen, und da ergab es sich, erstens, dafs nicht bloſs, wie Magnus angiebt, beim Zutritt der Luft durch Anziehung von Feuchtigkeit schweflige Säure entwickelt wird, sondern, dafs dieſs auch beim Auflösen des Tellurs in concentrirter Schwefelsäure in sorgfältig verschlossenen Gefäfsen statt findet. Und zweitens, dafs beim Vermischen der rothen Auflösung mit Wasser ein grofser Theil des Tellurs zwar als ein schwarzbraunes, sehr lockeres Pulver abgeschieden wird, ein Theil aber als *Oxyd gelöst bleibt*. Höchst wahrscheinlich findet etwas Aehnliches beim Selen statt, so dafs auch hier ein

Theil als selenige Säure aufgelöst bleiben möchte. Die Wirkung des Wassers wäre demnach hier analog der bei vielen andern Prozessen, dafs nämlich aus dem niedrigen Oxyde in der concentrirten Schwefelsäure in sofern ein höheres gebildet wird, als ein Theil desselben sich reducirt.

---

## XI. *Ueber den Datolith von Andreasberg.*

(Auszug aus den Götting. gelehrten Anzeigen. 1828. No. 9. S. 81.)

Seit seiner Entdeckung bei Arendal in Norwegen, hat man den Datolith nur in Tyrol und an wenig anderen Orten angetroffen. Vor einiger Zeit ist er jedoch auch am Harze, in der Gegend von Andreasberg, aufgefunden, und diefs hat die HH. Hofr. Stromeyer und Hausmann zu einer gemeinschaftlichen Untersuchung dieses Fossiles veranlafst, von der das Folgende einen kurzen Auszug darstellt.

Der Datolith kommt im Wäschgrunde bei Andreasberg, am Fufse des Mathias-Schmidt-Berges, gangförmig im Grünstein vor, der in dem Thonschiefergebirge der Andreasberger Gegend eine mächtige Einlagerung bildet. Begleitet ist er von Quarz, und zuweilen von einem, noch näher zu bestimmenden krystallinischen, feldspathartigen Fossile. Es verdient hiebei beachtet zu werden, dafs in dem, mehrere merkwürdige Mineralkörper beherbergenden Grünstein des Harzes, an verschiedenen Stellen Axinit vorkommt, der durch seinen, wenn gleich nur geringen Boraxsäure-Gehalt, in einem gewissen Verwandtschaftsverhältnisse zum Datolithe steht.

Der Andreasberger Datolith findet sich sowohl derb, in seinen ausgezeichneten krystallinisch-körnigen Absonderungsformen — auf welche sich der für ihn gewählte Name bezieht — als auch in schönen Krystallen, von denen einige beinahe die Gröfse von einem halben Zoll

erreichen, die aber gemeiniglich so unter einander verwachsen sind, dafs die Krystallisationen selten vollständig sich darstellen. Die Krystallform kommt, nach der von Hrn. Hofr. Hausmann gegebenen Beschreibung, mit der des Datoliths von Theifs in Tyrol überein *). Die Krystalle, welche meist platte und glänzende Flächen haben, sind gemeiniglich durchscheinend, einzelne von ihnen jedoch halbdurchsichtig bis in's Durchsichtige. Die weifse Farbe hat am häufigsten einen Strich in's Grüne, seltener in's Rothe. In den übrigen Kennzeichen stimmt der Andreasberger Datolith mit dem Arendaler überein.

Das specifische Gewicht dieses Datoliths ist nach Hrn. Hofr. Stromeyer's Wägungen gröfser, als es die früheren Angaben bezeichneten. Es fand sich in einem Versuche bei $+14°,5$ C. und $0^m7492=3,3463$, und in einem andern, bei $12°$ C. und $0^m,7472=3,3422$. Indefs ergab sich auch bei einem sehr reinen Arendaler Datolith das spec. Gewicht, ebenfalls nach zwei Wägungen, zu 3,3532 und 3,3550, also im Mittel zu 3,3541, bei $15°$ C. und $0^m,7634$.

Das Verhalten vor dem Löthrohr ist das bekannte. Dabei wurde bemerkt, dafs der Datolith, für sich, der äufsersten Spitze der Löthrohrflamme eine schwach grüne Farbe ertheilt, wogegen vor der Marcetschen Lampe die Flamme lebhaft und schön grün gefärbt wird, was noch ausgezeichneter beim Boracite geschieht.

Beim Glühen giebt er völlig reines, von Boraxsäure freies Wasser aus, verliert es aber erst bei starker Rothglühhitze. Die Menge desselben betrug auf 100 Datolith in drei Versuchen: 5,776, 5,734 und 5,627, also im Mittel 5,712. Durch diesen Wasserverlust wird der Dato-

*) Nach den Messungen, die Prof. G. Rose an Exemplaren vorgenommen, welche Hr. Oberbergrath von Ribbentrop dem Prof. Mitscherlich überbracht hat, zeigt der Andreasberger Datolith ganz die in Mohs Charakteristik, Bd. 2. Taf. V. Fig. 69. ·ildete Krystallform. P.

lith opak, und, wenn das Feuer sehr stark gewesen, erleidet er auf der Oberfläche eine anfangende Verglasung, wodurch er ein emailleartiges Ansehen erhält.

Zur Bestimmung der übrigen Bestandtheile, die, vorläufigen Versuchen zufolge, nur in Kalk, Boraxsäure und Kieselerde bestehen, sind zwei Analysen angestellt. Bei dem einen wurde das Fossil mittelst Salpetersäure und bei dem andern mittelst Salzsäure aufgeschlossen. Das fernere Verfahren war folgendes. Nachdem zuvor die Kieselerde auf die bekannte Weise abgeschieden war, wurde die Flüssigkeit mit ätzendem Ammoniak möglichst neutralisirt, bis zum Sieden erhitzt, und dann der Kalk durch kohlensaures Ammoniak gefällt. Das Fehlende wurde als Boraxsäure in Rechnung genommen, da eine directe Bestimmung, durch Abdampfen der Flüssigkeit zur Trockne und Erhitzen des Rückstandes, wegen theilweiser Verflüchtigung dieser Säure, kein zuverlässiges Resultat lieferte. Hiedurch ergab sich nachstehende Zusammensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Kalk | 35,445 | 35,887 |
| Kieselerde | 37,556 | 37,157 |
| Boraxsäure | 18,847 | 19,690. |

Also mit Einschluss des Wassers in Hundert:

| | |
|---|---|
| Kalk | 35,67 |
| Kieselerde | 37,36 |
| Boraxsäure | 21,26 |
| Wasser | 5,71. |

Dieſs Fossil scheint mithin, wie Hr. Hofr. Stromeyer bemerkt, eine hydratische Verbindung von dreifachkieselsaurem Kalk mit doppeltboraxsaurem Kalk zu seyn.

## XII. *Bemerkungen in Bezug auf die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Oersted an den Herausgeber.)

Kopenhagen d. 29. Jan. 1828.

— Die HH. Colladon und Sturm verwerfen das früher von mir angegebene Verfahren, das Wasser in der engen Röhre der Compressionsflasche mit Quecksilber zu sperren. Ich bin hierin mit ihnen einverstanden, und habe schon vor mehr als einem Jahre der Gesellschaft der Wissenschaften hieselbst und vielen Liebhabern der Physik einen Apparat gezeigt, worin die enge Röhre der Flasche mit Luft gesperrt ist. Auch habe ich an der Compressionsflasche eine andere Verbesserung angebracht, die noch von Keinem versucht zu seyn scheint. Die enge Röhre ist nämlich nicht an die Flasche angeschmolzen, sondern in ihrem Halse eingeschliffen. Durch diese Einrichtung, welche in dem Gebrauche grofse Bequemlichkeit mit sich führt, ist es mir möglich auch Glasstücke in die Flasche zu bringen, und so über die durch Druck bewirkte cubische Zusammenziehung des Glases directe Versuche anzustellen. Zwar haben diese Versuche mich noch zu keinem ganz befriedigenden Resultate geführt, es sind aber dabei merkwürdige Phänomene vorgekommen, über die ich noch einige Versuche anzustellen habe. Sehr klein ist die Zusammenziehung auf jeden Fall, und ich habe starke Gründe zu vermuthen, dafs dieselbe eher geringer als gröfser seyn werde, als 3,3 Milliontel, wie sie von Colladon und Sturm gefunden ist. Ich brauche übrigens für die Berechnung meiner Versuche nicht direct die cubische, sondern nur die lineare Zusammenziehung des Glases, habe aber die lineare aus der cubischen berechnen gewollt, da ich glaube, dafs ein Zug die Glasstäbe etwas dünner, ein Druck dagegen dieselb[illegible]dicker macht, und also der erstere weder eine [illegible]ausdehnung, noch der letzte eine reine Länziehung zeigt.

Ueber den Einfluſs der Temperatur auf die Zusammendrückbarkeit habe ich auch viele Versuche gemacht, und gefunden, daſs auch Canton darin Recht gehabt hat, daſs das Wasser beim Gefrierpunkt zusammendrückbarer ist, als bei höheren Temperaturen. Bei 0° R. ist die Zusammendrückbarkeit des Wassers ungefähr um ein Zehntel gröſser als bei 10°. Bei höheren Temperaturen ist sie noch geringer, aber nicht in so starkem Verhältnisse.

Sie wissen, daſs Perkins Bestimmungen über die Zusammendrückbarkeit des Wassers sehr von Canton's, durch mich bestätigten und neuerdings durch Colladon und Sturm noch weiter befestigten Angaben abweichen. Diese Nichtübereinstimmung liegt gewiſs in keinem Beobachtungsfehler dieses ausgezeichneten und geistreichen Mechanikers, sondern nur darin, daſs seine Maschine dem Wasser einen bedeutenden Stoſs mittheilt, und mithin stärker wirkt; aber die anderen Methoden, besonders die meinige, nur einen so langsamen Stoſs mittheilt, daſs dieser als ein bloſser Druck betrachtet werden kann; wozu noch kommt, daſs die Beobachtung bei ruhender Wassersäule geschieht, dagegen Perkins bei seiner Maschine nur beobachten kann, was im Moment des gröſsten Drukkes oder Stoſses geschehen ist.

Ich habe meinem Apparate noch mehrere Verbesserungen gegeben, die seinen Gebrauch ausnehmend erleichtern; ich kann aber, ohne die Gränzen eines Briefes zu überschreiten, davon keine Rechenschaft geben. —

## XIII. *Ueber die Reduction des Arseniks aus Schwefelarsenik bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen.*

Da das von Berzelius angewandte Verfahren, mittelst des Löthrohrs kleine Mengen von Arsenik aus seiner Verbindung mit Sauerstoff oder Schwefel zu reduciren, den Lesern im Bd. 82. S. 71. und Bd. 83. S. 243. mitgetheilt worden ist, so werden folgende, nachträgliche

Bemerkungen dieses Chemikers in Bezug auf die letztere Reduction hier nicht am unrechten Orte stehen.

Bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen, sagt derselbe in der neuen Auflage seines Löthrohrbuches, ist es oft von der gröfsten Wichtigkeit, aus Schwefelarsenik das Arsenik metallisch herstellen zu können. Zuweilen glückt diefs ganz vortrefflich, wenn man das Schwefelarsenik auf den Boden einer am Ende ausgezogenen und daselbst verschlossenen Glasröhre bringt (wie sie in Bd. 82. S. 72. abgebildet ist, jedoch braucht der ausgezogene Theil nur halb so lang, wie dort zu seyn. *P.*), vorne ein Stahldraht hineinsteckt, und über diesen, nachdem man ihn zum starken Glühen gebracht, das Schwefelarsenik langsam in Dampfgestalt hinwegleitet. Das Arsenik wird dabei reducirt, und setzt sich vorne in Dampfgestalt ab. Allein diefs mifsglückt auch oft, so dafs, wenn man nur kleine Quantitäten besitzt, sich nicht darauf verlassen kann. Dagegen schlägt die folgende Reductionsmethode niemals fehl. Man bringe das Schwefelarsenik in eine offene Glasröhre, welche die Dicke einer Schreibfeder und 4 bis 5 Zoll Länge besitzt, und röste es nun auf die Weise, dafs man das Rohr schief hält, und diefs oberhalb der Probe erhitzt, wodurch der Dampf über die heifseste Stelle hinweggehen und verbrennen mufs. Die Röstung mufs so langsam betrieben werden, dafs nichts unverbrannt fortgehe. Die arsenichte Säure schiefst an, und wird nach einer Stelle hingetrieben. Man zieht die Röhre daneben aus, jagt die arsenige Säure in den ausgezogenen Theil, und reducirt sie daselbst mittelst Kohle.

In Bezug auf die, in dies. Ann. Bd. 82. S. 72. beschriebene Reductionsmethode der arsenichten Säure mittelst Kohle, verdient übrigens noch bemerkt zu werden, dafs es, nach den späteren Erfahrungen von Berzelius vortheilhafter ist, einen einzigen langen Splitter von Kohle in den verengerten Theil der Röhre zu schieben, als Kohlenpulver daselbst hineinzuschütten, da letzteres wegen der darin eingeschlossenen Luft fast immer beim Erhitzen zerstreut wird. Mit einem Kohlensplitter dagegen gelingt die Reduction immer ganz vorzüglich.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Fig. 1.

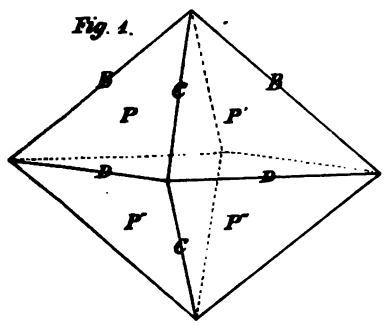



Fig. 3.

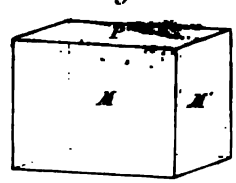



Fig. 5.

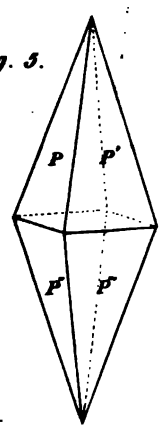
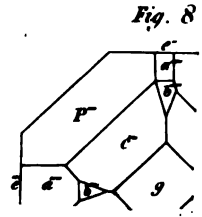



Fig. 8

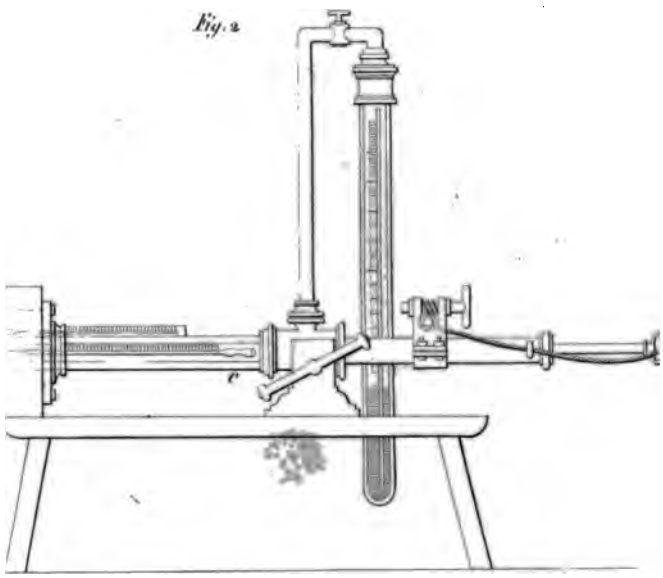


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

[redacted]

Taf. II.

Fig. 2



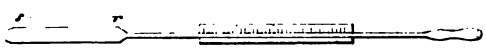


Fig. 1.

Fig. 3

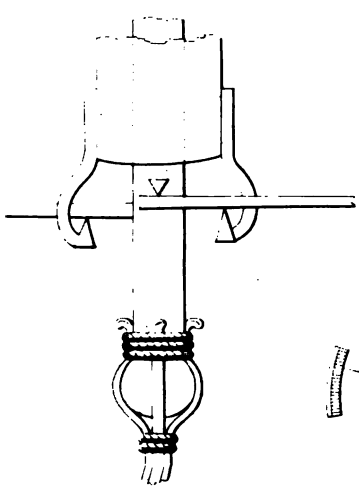
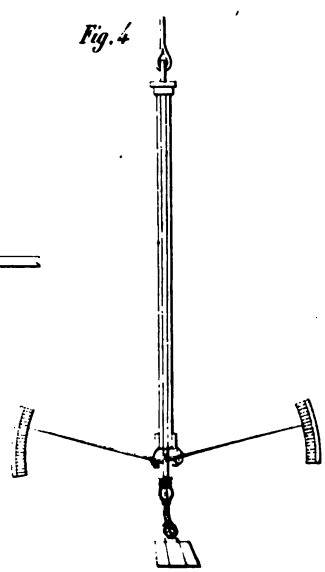


Fig. 4



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

# ANNALEN
# DER PHYSIK UND CHEMIE.

## JAHRGANG 1828, ZWEITES STÜCK.

### I. *Ueber die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten; von den Herren Colladon und Sturm aus Genf.*

(Schluſs).

### II. Wärmeentwicklung beim Zusammendrücken der Flüssigkeiten.

Die bei der Zusammendrückung der Körper auftretenden Wärmeerscheinungen haben seit einigen Jahren die Aufmerksamkeit mehrerer Mathematiker und Physiker auf sich gezogen. Die Kenntnifs dieser Erscheinungen schliefst sich an die wichtigsten Fragen in der Physik, und kann vielleicht zu höchst interessanten Folgerungen über die Natur der Wärme selbst und über die zwischen ihr und den verschiedenen Körpern stattfindenden Beziehungen führen.

Für die Mathematiker haben diese Untersuchungen eine neue Wichtigkeit erlangt, seitdem Laplace gelehrt, wie man sie auf die Theorie des Schalles anzuwenden habe, indem er gezeigt, dafs man die mathematische Formel für die Geschwindigkeit des Schalls mit den Resultaten der Erfahrung in Uebereinstimmung bringt, wenn man die bei der Zusammendrückung der Luft entwickelte Wärme in Rechnung zieht.

Die Erscheinungen der Wärmeentwicklung bei der Zusammendrückung von Gasen sind uns gegenwärtig fast

gänzlich bekannt. Dank sey es den Arbeiten des Herrn Gay Lussac, der HH. Clément und Désormes, und den neueren Untersuchungen der HH. de Larive und Marcet.

Den HH. Berthollet und Pictet verdankt man Beobachtungen über die Temperaturerhöhung, welche beim Prägen der Münzen durch die Zusammendrückung der Metalle entsteht. Rumford und Morosi haben Untersuchungen über die beim Reiben der Metalle erregte Wärme angestellt; allein wegen ungemeiner Schwierigkeit dieser Gattung von Versuchen ist es nicht sehr wahrscheinlich, dafs man bei ihnen zu recht genauen Resultaten gelange.

Was die Wärmeentwicklung betrifft, welche die Zusammendrückung der Flüssigkeiten zu begleiten scheint, so ist sie noch nicht auf directem Wege untersucht. Die einzigen Versuche, welche bisher über diesen Gegenstand gemacht worden, sind die von Hrn. Dessaignes, und die, welche Hr. Oersted in seiner Abhandlung über die Zusammendrückbarkeit des Wassers beschrieben hat.

Ersterer sagt in einer Notiz im *Bulletin de la Société philomatique*, dafs es ihm gelungen sey, aus mehreren Flüssigkeiten, als er sie stark und rasch zusammendrückte, Licht zu entwickeln. Hr. Oersted dagegen sagt, er habe vergeblich versucht, durch eine Zusammendrückung von sechs Atmosphären Wärme zu entwikkeln. Nach seinem Versuche war es auch zweifelhaft, ob es gelingen werde, die bei der Zusammendrückung von Flüssigkeiten entwickelte Wärme mit Genauigkeit zu messen. Um hoffen zu können, dafs die Wärmeentwicklung sichtbar werde, mufste man einen Apparat anwenden, der noch sehr geringe Grade von Wärme erkennen liefs, und zugleich beträchtlichen Drucken und Stöfsen zu widerstehen vermochte. Der von uns angewandte scheint uns beide Bedingungen zugleich zu erfüllen. Er besteht (Taf. II. Fig. 5.) aus einem Glas-

ballon *bb*, der ungefähr $\frac{3}{4}$ Liter faſst, und in den Wänden 25—35 Millimeter dick ist, so daſs er rasche Zusammendrückungen von vielen Atmosphären ertragen kann. In der Mitte dieser Kugel ist die Spirale *t* eines Breguet'schen Thermometers aufgehängt. Ein kleiner Gradbogen darunter dient zur Messung der Abweichungen der Nadel. Dieſs Thermometer befindet sich also in eine hinlängliche Masse der Flüssigkeit eingetaucht, und es ist unmöglich, daſs diese sich in ihrer Temperatur verändern könne, ohne daſs man nicht auch in demselben Augenblicke davon unterrichtet werde.

Der Widerstand der Flüssigkeit macht das Beobachten dieses Thermometers hier weit leichter, als in Gasen, wo sein Stand wegen des Schwankens der Nadel sehr schwer zu beobachten ist. Nachdem der Ballon mit einem durch Sieden luftleer gemachten Wasser gefüllt worden, schrauben wir ihn an eine Compressionspumpe, die in einem Schraubenstock gut befestigt war. Um zunächst die Wirkung einer langsamen Zusammendrückung auf die Temperatur der Flüssigkeit zu erfahren, bedienten wir uns eines, an dem Cylinder der Pumpe befestigten Rades mit Schraube ohne Ende. Als wir das Wasser im Ballon bis zu 36 Atmosphären zusammengedrückt hatten, beobachteten wir eine Ablenkung der Nadel am Thermometer, aber in einem entgegengesetzten Sinne, als dem von einer Temperaturerhöhung bewirkten. Diese Ablenkung betrug für 12 Atmosphären ungefähr einen Grad der thermometrischen Theilung. Sie läſst sich sehr gut aus der ungleichen Zusammendrückbarkeit der beiden Metalle, aus welchen das Thermometer bestand, erklären. Da wir indeſs keine genaue Messungen über die Zusammendrückbarkeit des Platins besitzen, so können wir nicht entscheiden, ob die Ablenkung genau so groſs war, wie sie nach der Verschiedenheit in der Zusammendrückbarkeit dieses Metalles und des Silbers seyn muſste, oder ob sie durch einen sehr

kleinen Temperaturanwuchs etwas geringer geworden. Wenn man indefs erwägt, dafs bei den meisten Metallen ein Druck-Unterschied von wenigstens 15 Atmosphären noch keine Zusammenziehung bewirkt, die der durch eine Temperaturerniedrigung von nur einem Grad hervorgebrachten gleich kommt; so kann man mit Sicherheit schliefsen, dafs eine langsame Zusammendrückung von 36 Atmosphären die Temperatur noch nicht um einen einzigen Grad verändert. Da wir dachten, dafs die Schnelligkeit der Zusammendrückung einigen Einflufs haben könnte, so nahmen wir die Schraube ohne Ende des Rades fort, und bewerkstelligten die Zusammendrückung mittelst eines Hebels *ll*. So konnten wir in wenigstens einer Viertelsekunde einen Druck von 30 Atmosphären hervorbringen. Die Ablenkungen der Nadel waren an Gröfse und Richtung genau denen bei einer langsamen Zusammendrückung gleich. Da indefs diese Zusammendrückung noch nicht als augenblicklich betrachtet werden konnte, so wiederholten wir die Versuche in der Art, dafs wir den Stempel durch Hammerschläge hineinstiefsen. Aufser den geringen Schwankungen, welche die Nadel des Thermometers durch den Stofs erlitt, beobachteten wir noch constant eine negative Ablenkung, obgleich die Schläge des Hammers so stark waren, dafs am Ende der Kolbenstange viel Metall umgebogen wurde.

Bei Wiederholung dieser Versuche mit Alkohol, erhielten wir ähnliche Resultate. Nur schien uns die Ablenkung geringer zu seyn, und selbst die Schläge des Hammers bewirkten anscheinend eine geringe positive Ablenkung des Thermometers.

Der Schwefeläther war die passendste Flüssigkeit, um die Wärmeentwicklung sichtbar zu machen, da seine Zusammendrückbarkeit dreimal so grofs als die des Wassers ist. Deshalb nahmen wir, statt des Alkohols, Aether von 64 Graden.

Langsame Zusammendrückungen von 30 und 36 At-

mosphären hatten fast keinen Einfluſs auf das Thermometer; die Nadel schien fast still zu stehen, und die Zusammenziehung der Spirale war fast unmerklich. Dieſs beweist, daſs die entwickelte Wärme ungefähr 1 oder 2 Grade betrug. Als wir indeſs die Zusammendrückung durch Schläge eines Hammers bewerkstelligten, zeigte die Nadel beständig eine Temperaturerhöhung von 4 bis 6 Graden des Bréguet'schen Thermometers an.

Wir hatten diese Temperaturerhöhung schon bei früheren Versuchen bemerkt, bei welchen ein Druck von 40 Atmosphären schleunig hervorgebracht wurde; der Apparat war dabei derselbe, aber die Compressionspumpe war durch einen mit comprimirter Luft gefüllten Recipienten *r* (Taf. II. Fig. 6.) ersetzt, der mit einem, mit dem Innern des Ballons in Verbindung stehenden Manometer versehen war. Die Resultate, welche wir hiebei erhielten, wichen von denen, welche die Schläge mit dem Hammer lieferten, nicht sehr ab. Das genannte Verfahren hat den Vortheil, einen völlig bestimmten und während des Versuchs sich gleich bleibenden Druck zu bewirken; da es indeſs schwer hält, die Luft so stark zu comprimiren, und die Kraft, welche zum Oeffnen des Hahnes erforderlich ist, die Nadel fast eben so stark erschüttert, als die Schläge mit dem Hammer, so haben wir vorzugsweise die Compressionspumpe angewandt. Nimmt man bei diesen Versuchen, statt der Breguet'schen Thermometer, kleine sehr empfindliche Quecksilberthermometer, welche oben offen sind, so beobachtet man fast beständig, daſs die Quecksilbersäule steigt, was anscheinend eine merkliche Temperaturzunahme bewiese. Wir haben indeſs bemerkt, daſs dieses Steigen davon herrührt, daſs die Kugel inwendig und auswendig einen ungleichen Druck erfährt, indem der äuſsere Druck durch die Reibung der Quecksilbersäule in dem Haarröhrchen gehindert wird, sich augenblicklich dem Quecksilber in der Kugel mitzutheilen.

Durch diese Versuche scheint uns erwiesen: 1) dafs die Temperatur des Wassers sich durch eine plötzliche Zusammendrückung von 40 Atmosphären nicht merklich erhöht; 2) dafs eine, in etwas mehr als einer Viertelsekunde, bis auf 36 und 40 Atmosphären steigende Zusammendrückung den Alkohol und Aether nicht um einen Centesimalgrad in ihrer Temperatur erhöht; dafs aber eine noch raschere Zusammendrückung, wie die, welche man mit dem Schlage eines Hammers hervorbringt, aus dem Schwefeläther so viel Wärme entwickelt, um dessen Temperatur um ungefähr 4 bis 5 Centesimalgrade zu erhöhen.

Am Schlusse dieser Abhandlung werden wir noch einen ferneren Beweis geben, dafs sich bei der raschen Zusammendrückung des Wassers wenig Wärme entwikkelt, nämlich dadurch, dafs wir die beobachtete Geschwindigkeit des Schalls in Wasser mit der vergleichen, welche die Laplace'sche Formel ohne Berücksichtigung einer Temperaturerhöhung liefert. Dieser Vergleich giebt eine ausgezeichnete Bestätigung von den in diesem Artikel enthaltenen Versuchen.

Es ist ohne Zweifel schwierig, diese positiven Resultate mit den Versuchen des Hrn. Dessaignes theoretisch zu vereinbaren; nichts berechtigt uns aber zu der Behauptung, dafs das Licht, welches dieser Physiker bei sehr mächtigen Zusammendrückungen in Flüssigkeiten beobachtet haben will; auf eine grofse Temperaturerhöhung deute. Man mufs diese Erscheinung mit der Lichterscheinung zusammenstellen, welche beim Zusammendrücken einiger starren Körper auftritt, z. B. des Quarzes, der, wenn man ihn im Dunklen stöfst, leuchtend erscheint, ohne dafs sich, selbst bei mehrmaliger Wiederholung des Stofses, ihre Temperatur merklich erhöht.

### III. Untersuchungen über den Einfluſs der Zusammendrückung auf das Leitvermögen für Elektricität.

Zu diesen Untersuchungen nahmen wir Glasröhren, die ungefähr 3 Decimeter lang und an beiden Enden ver-

schlossen waren (Taf. II. Fig. 7.). Um den elektrischen Strom hineinzuleiten, waren an die Enden mit der Lampe Platindräthe angelöthet, die zum Innern führten. Die Zusammendrückung theilte sich der in dieser Röhre enthaltenen Flüssigkeit durch eine zweite Röhre *t* mit, welche an die Mitte der ersten senkrecht gegen deren Länge angeschmolzen war, so dafs die Figur eines T gebildet wurde; durch diese zweite Röhre wurde der Apparat mit der Flüssigkeit gefüllt. Dann brachte man eine Compressionspumpe daran, die mit einem Manometer *mm* versehen war.

Mittelst dieses Apparats kann die Flüssigkeit, welche den elektrischen Strom hindurch läfst, comprimirt werden, ohne dafs eine andere Ursache, als die Compression, auf das Leitvermögen einwirken kann. Um einen Strom zu haben, dessen Intensität während der nöthigen Dauer eines Versuchs meist constant war, brauchten wir einen Trogapparat, der mit reinem oder schwach gesalzenem Wasser geladen war; das eine Ende stand in Verbindung mit einem Galvanometer von 2 Nadeln *g*, dessen Draht einen Theil der Kette ausmachte. Man regulirte zunächst den Apparat auf die Art, dafs wenn man die Kette mit der in die Röhre gebrachten Flüssigkeit schlofs, die Ablenkung des Galvanometers wenigstens 15 Grad schwächer war, als bei Schliefsung der Kette mit Quecksilber. Man war also gewifs, dafs diese Verringerung von 15 Graden von dem unvollkommenen Leitvermögen der zu dem Versuche genommenen Flüssigkeit herrührte, und dafs sie hinlänglich war, um sehr kleine Unterschiede in dem Leitvermögen wahrnehmen zu können. Wir bedienten uns nämlich eines Galvanometers, dessen obere Nadel einen sehr feinen Glasfaden trug, und damit auf einem Kreis von drei Zoll Halbmesser noch leicht die Viertel eines Grades angab.

Nachdem unsere Apparate mit destillirtem Wasser gefüllt worden waren, leiteten wir einen elektrischen Strom durch dasselbe, welcher die Nadel um 22 Grad ablenkte.

Als wir diese Wassersäule fortnahmen und sie durch Quecksilber ersetzten, stieg die Ablenkung auf 76°. Der Unterschied in der Ablenkung, der in diesem Falle von dem geringeren Leitvermögen des Wassers herrührt betrug also 54°.

Folgende Tafel zeigt die Ablenkungen, welche bei Zusammendrückungen von 5, 10, 20 und 30 Atmosphären beobachtet wurden.

| | Atmosphären. | Grade der Ablenkung. |
|---|---|---|
| Reines Wasser | 1 | $22\frac{3}{4}$ |
| | 5 | $22\frac{3}{4}$ |
| | 10 | $22\frac{1}{4}$ |
| | 20 | 23 |
| | 30 | 23 |

Man sieht aus dieser Tafel, dafs die, vermöge der Zusammendrückung des Wassers erfolgte Näherung seiner Theilchen, keinen recht merklichen Einflufs auf das Leitvermögen desselben hat. Der Unterschied von einem Viertelgrade in der Ablenkung ist zu klein, als dafs man aus ihn mit Sicherheit auf eine Aenderung im Leitvermögen schliefsen könnte. Diefs Resultat verdient um so mehr Beachtung, als diese 30 Atmosphären eine Zusammenziehung bewirken, welche der durch eine Temperaturerniedrigung von 3 Graden hervorgebrachten gleich ist, und eine solche Wärmeverringerung das Leitvermögen des Wassers merklich verändert.

Ein ähnlicher Versuch, mit einer concentrirten Auflösung von Ammoniak angestellt, gab dasselbe Resultat, d. h. die Ablenkung des Galvanometers war beinahe gleich, die Flüssigkeit mochte beim Hindurchgehen des elektrischen Stromes zusammengedrückt seyn oder nicht.

Als wir den Strom durch eine lange, in einem Haarröhrchen enthaltene Säule Quecksilber gehen liefsen, konnten wir gleichfalls keine Veränderung im Leitvermögen hervorbringen. Nicht so der Fall war es mit der Salpe-

tersäure. Als wir sie zusammendrückten, fanden wir, dafs die Ablenkung der Nadel um eine merkliche Gröfse abnahm, wie es die folgenden, aus drei Versuchen abgeleiteten Resultate zeigen.

| | Atmosphären. | Grade der Ablenkung. |
|---|---|---|
| Salpetersäure | 1 | 47 |
| | 5 | 47 |
| | 10 | $46\frac{3}{4}$ |
| | 20 | 46 |
| | 30 | $44\frac{3}{4}$ |

Als die Säule von Salpetersäure fortgenommen und durch einen Tropfen Quecksilber ersetzt wurde, stieg die Ablenkung auf 63°. Der Unterschied von 16° rührte folglich von dem unvollkommenen Leitvermögen der Salpetersäure her. Dafs das Leitvermögen dieser Säure unter einem starken Drucke abnimmt, scheint uns nicht von einem Widerstande herzurühren, den etwa die gröfsere Nähe der Theilchen dem Durchgange der Elektricität entgegensetzt, weil bei stärker zusammendrückbaren Flüssigkeiten, wie z. B. bei reinem und bei dem mit Ammoniak gesättigtem Wasser, diese Näherung keinen Einflufs auf das Leitvermögen hat. Vielmehr scheint uns diese Erscheinung einer andern Ursache zugeschrieben werden zu müssen, nämlich der Veränderung, welche die Erhöhung des Drucks in der Verwandtschaft der Elemente der Flüssigkeit hervorbringt.

Man kann nämlich mehrere Erscheinungen bei der Leitung der Elektricität in Flüssigkeiten, z. B. die geringe Intensität eines Stromes, der durch reines Wasser geht, und die beträchtliche Zunahme dieser Intensität durch Zusatz einer sehr geringen Menge von einer Säure, einer Base oder einem löslichen Salze, nicht anders erklären, als wenn man mit mehreren berühmten Chemikern und Physikern annimmt, dafs dieser Durchgang des Stromes vermöge einer Reihe von folgeweisen Zusammensetzungen

und Zersetzungen geschieht. Zwar wird in allen den Fällen eine Portion der Elektricität von der Flüssigkeit ohne irgend eine chemische Action hindurchgelassen: wie man denn im Quecksilber keine mögliche Zusammensetzung und Zersetzung annehmen kann, und auch reines Wasser die Elektricität von hoher Spannung ohne Trennung seiner Elemente fortleitet; aber bei nicht metallischen Flüssigkeiten und bei einer schwachen Spannung der Elektricität, die den Strom erzeugt, geht der gröfste Theil der Elektricität, vermöge einer Fortführung der elektro-positiven und elektro-negativen Molekel, durch die Flüssigkeit. Die Leichtigkeit der Zersetzung mufs also einen sehr mächtigen Einfluſs auf die Intensität des Stromes haben, und diese Intensität wird abnehmen, wenn eine neue Ursache sich der Trennung der Elemente widersetzt. Es scheint uns, dafs von dieser Ursache die Abnahme herrühre, welche wir bei der Ablenkung des Galvanometers beobachteten, als die Salpetersäure unter einem starken Drucke die Elektricität leiten mufste. In der That ist es durch die Versuche des Hrn. Hall und durch mehrere andere seit der Zeit angestellte Versuche erwiesen, dafs ein starker Druck die Zersetzung einer grofsen Zahl von Substanzen, besonders solcher, die gasförmige Elemente enthalten, verringert oder verhindert. Es ist also möglich, dafs die Zusammendrückung die sonst so rasche Zersetzung der Salpetersäure durch den Strom der Säule verzögert hat, und daraus die Abnahme in der Intensität des Stromes hervorgegangen ist. Wenn diefs bei der zusammengedrückten Salpetersäure die wahre Ursache der Abnahme des Leitvermögens ist, so ist es auch wahrscheinlich, dafs dieselbe Erscheinung beim destillirten und dem mit Ammoniak geschwängerten Wasser statt finde; wegen des geringen Leitvermögens beider, kann aber der Unterschied nicht gemessen werden.

Aus den in diesem Artikel erwähnten Hauptthatsachen glauben wir schliefsen zu dürfen, dafs ein Druck

von 30 Atmosphären das elektrische Leitvermögen des Quecksilbers, einer gesättigten Ammoniaklösung und des destillirten Wassers nicht merklich ändert; dafs aber derselbe das Leitvermögen der Salpetersäure verringert, und diefs dadurch erklärt werden kann, dafs der Druck die Zersetzung der Säure hemmt.

### IV. Geschwindigkeit des Schalls in Flüssigkeiten.

Man weifs seit langer Zeit, dafs sich der Schall durch starre und flüssige Körper, wie durch die Luft und luftförmige Flüssigkeiten fortpflanzt. Die Kenntnifs über den Grad der Zusammendrückbarkeit des Wassers oder jeder andern Flüssigkeit giebt die Mittel zur Bestimmung der Geschwindigkeit, mit welcher sich der Schall in diesen Körpern fortpflanzt. Die HH. Young und Laplace haben auf diese wichtige Anwendung hingewiesen. Sie haben die Formel gegeben, mittelst welcher man, wenn der Grad der Zusammenziehung der Flüssigkeit für einen gegebenen Anwuchs im Druck bekannt ist, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in einer unbegränzten Masse dieser Flüssigkeit berechnen kann. Man kann auch nach derselben Formel die Geschwindigkeit des Schalls in starren Körpern berechnen, sobald man die Zusammenziehung kennt, die ihr Volumen unter einen gegebenen Druck erleidet. Hr. Poisson hat diese Aufgabe in einer gelehrten Abhandlung behandelt, welche in den *Mémoires de l'Institut pour* 1819, *pag.* 396—400. enthalten ist. Man findet daselbst einen ausführlichen Beweis der Formel, um die es hier sich handelt.

Da die Theorie so vollständig ist, wie sie es nur seyn kann, so bleibt nichts mehr übrig, als sie mit der Erfahrung zu vergleichen, entweder um die eine durch die andere zu bestätigen, oder auch um die etwa zwischen ihnen vorhandene Verschiedenheit aufzufinden. Wir haben demnach eine Reihe von Versuchen über die Geschwindigkeit des Schalls in Wasser, der einzigen solche

Versuche gestattenden Flüssigkeit, unternommen, in der Absicht, die beobachtete Geschwindigkeit mit der theoretischen Formel, durch welche dieselbe dargestellt werden soll, zu vergleichen.

Weiterhin wird man die Art unserer Versuche und unsere Resultate ausführlich beschrieben finden. Vor dieser Auseinandersetzung scheint es uns jedoch zweckmäfsig, die Hauptpunkte der Theorie des Schalls kürzlich durchzugehen und besonders die Formel, welche zur Berechnung seiner Geschwindigkeit in starren und flüssigen Substanzen dient.

Newton hat bekanntlich zuerst die Gesetze der Fortpflanzung des Schalls in der Atmosphäre untersucht. Er denkt sich eine unendliche Linie von Lufttheilchen, und nimmt an, dafs ein Stück von geringer Länge dieser Luft-Linie ursprünglich erschüttert werde. Er zeigt, dafs diese Erschütterung sich nach und nach allen Schichten der Luftsäule mittheilt, auf gleiche Art, wie man in einer Reihe elastischer Billardkugeln die Bewegung fortschreiten sieht, und er bestimmt die Zeit, welche die den Schall hervorbringende Erschütterung gebraucht, um zu einem beliebigen Abstande von seinem Entstehungsorte zu gelangen. Er findet, dafs die Fortpflanzung des Schalles gleichförmig ist, und, dafs diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit oder der in einer Sexagesinalsekunde vom Schall durchlaufene Raum, horizontal vorausgesetzt, zum Werthe hat: die Quadratwurzel aus dem Doppelten des Productes der Höhe, welche ein Körper vermöge der Schwere in der ersten Sekunde hindurchfällt, in die Höhe einer Luftsäule, welche der Quecksilbersäule im Barometer das Gleichgewicht hält, und überall dieselbe Dichte, wie an der Grundfläche der Säule besitzt.

Lagrange, Euler, Laplace und Poisson haben hierauf denselben Ausdruck für die Geschwindigkeit des Schalls aus den analytischen Gleichungen mit partiellen Differentialien hergeleitet, welche die Bewegung

der Luft, sowohl in einer cylindrischen Säule von unendlicher Länge, als auch in einer unbegränzten Masse, darstellen. Als sie ihre Untersuchungen auf den Fall ausdehnten, wo die Bewegung der Luft nach zwei oder drei Dimensionen geschieht, fanden sie, dafs, obgleich die Intensität des Schalls mit der Entfernung abnimmt, dennoch die Geschwindigkeit desselben die nämliche ist, wie in dem Fall, wo diese Bewegung nur nach einer einzigen Dimension geschieht. Es folgt aus dieser Theorie, dafs jede Vibration eines Lufttheilchens eine Schallwelle von Kugelgestalt und sehr geringer Dicke in der Luft hervorbringt, die aus allen den in einem gegebenen Augenblick in Bewegung begriffenen Lufttheilchen besteht, und sich bis in's Unendliche vom Erschütterungsmittelpunkt entfernt. Der Strahl dieser Welle wächst proportional mit der verflossenen Zeit, und sein constanter Anwuchs während der Zeiteinheit mifst die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls.

Es gab indefs eine merkliche Abweichung zwischen der aus dieser Theorie hergeleiteten und der aus den Versuchen hervorgegangenen Geschwindigkeit des Schalls. Die Physiker, die in grofser Anzahl diese Geschwindigkeit gemessen haben, finden sie übereinstimmend gröfser, als die berechnete Geschwindigkeit, und zwar um so viel, dafs der Unterschied bis auf ein Sechstel des beobachteten Werthes steigt.

Es würde unnütz seyn, alle Hypothesen anzuführen, welche man zur Vereinbarung dieses Punktes der Rechnung mit der Beobachtung aufgestellt hat.

Man verdankt Hrn. Laplace die wahre Erklärung dieser Abweichung. Sie mufs dem Zuwachse in der Elasticität der Lufttheilchen zugeschrieben werden, welcher durch die Wärmeentwicklung bei der Zusammendrückung dieser Theilchen erzeugt wird. Bei Berücksichtigung dieser Wärmeentwicklung bestimmt man die Wärmemenge, welche bei der Erzeugung des Schalles frei gemacht und

zur Vermehrung der Elasticität der Luft verwandt wird. Hr. Poisson hat gezeigt, dafs wenn die Zusammendrükkung oder Ausdehnung $\frac{1}{110}$ beträgt, die Temperatur um einen Centesimalgrad steigen oder sinken mufs. Endlich ist Laplace zu einem Lehrsatz gelangt, der hinsichtlich der Richtigkeit seiner Erklärung nichts zu wünschen übrig läfst. Er hat gezeigt, dafs die Geschwindigkeit des Schalls gleich ist dem durch die Newton'sche Formel gegebenen Werth, multiplicirt durch die Quadratwurzel aus dem Verhältnifs der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck zu der specifischen Wärme derselben bei constantem Volumen. Diefs Verhältnifs ist eine Zahl, die gröfser ist als Eins. Um es zu bestimmen, hat Laplace von den Untersuchungen der HH. Gay-Lussac und Welter Gebrauch gemacht. Die so abgeänderte Formel Newton's stimmt nahe mit der wirklichen, durch Beobachtung gefundenen Geschwindigkeit überein.

Die Berechnung der Geschwindigkeit des Schalls und die Gesetze seiner Fortpflanzung in flüssigen und starren Körpern sind fast dieselben wie bei der Luft. Zu unserem Zweck ist es hinreichend, die Formel beizubringen, welche die Geschwindigkeit des Schalls in einer Flüssigkeit darstellt. Um die Anwendung derselben zu erleichtern, geben wir sie hier in algebraischer Form, wie sie Hr. Poisson in seiner Abhandlung gegeben hat.

Es sey $D$ die Dichte einer Flüssigkeit, $k$ die Länge einer cylindrischen Säule dieser Flüssigkeit unter einem bekannten Druck, $\varepsilon$ die kleine Verkürzung dieser Säule für einen gegebenen Anwuchs im Drucke $P$. Wenn man die Geschwindigkeit des Schalls in dieser Flüssigkeit durch $a$ bezeichnet, wird sie durch folgende Formel gegeben:

$$a=\sqrt{\frac{Pk}{D\varepsilon}}$$

Gesetzt nun, man nehme für $P$ einen Druck gleich dem Gewichte von 76 Centimet. Quecksilber, so hat man:

$$P=(0^{m},76)g.m.$$

worin $m$ die Dichte des Quecksilbers und $g$ die beschleunigende Kraft der Schwere oder die doppelte Fallhöhe der Körper in der ersten Sekunde bezeichnet. Nimmt man die Sekunde zur Einheit der Zeit, so ist:

$$g = 9^{m},8088$$

Bei flüssigen und starren Körpern erfordert die Prüfung dieser Formel sehr genaue Versuche. Die Erde bietet zu Versuchen dieser Art keine Massen von hinlänglicher Continuität und Homogenität dar, so dafs es unwahrscheinlich ist, ob es je gelingen werde, die Berechnungen über die Geschwindigkeit des Schalls in starren Körpern durch Versuche im Grofsen zu bestätigen. Zwar haben die Versuche des Hrn. Biot über die Fortpflanzung des Schalls in gufseisernen Röhren gelehrt, dafs die Geschwindigkeit hier weit gröfser ist, als in der Luft; da aber der Schall in weniger als einer halben Sekunde zu ihm gelangte *), so konnten diese Versuche nur ein sehr ungewisses, zur Bestätigung der Formel nicht brauchbares Resultat geben. Das Wasser scheint uns der einzige Körper, in welchem solche Versuche mit Genauigkeit zu machen sind. Dafs das Wasser den Schall auf grofsen Entfernungen fortpflanzt ist schon bekannt. Franklin versichert, dafs man das Geräusch von zwei an einander geschlagenen Kieselsteinen noch weiter als eine halbe Meile unter Wasser hören könne; es scheint aber nicht, dafs er darauf gefallen sey, die Geschwindigkeit zu messen.

Den einzigen Versuch, den man bisher über die Geschwindigkeit des Schalls in einem flüssigen Körper angestellt hat, verdankt man Hrn. Beudant, und ist von diesem vor einigen Jahren im Meere nahe bei Marseille angestellt worden. Folgendes ist das Detail dieses Versuches, wie es uns dieser Gelehrte gütigst mitgetheilt hat. Die beiden Beobachter befanden sich in einen bekannten Abstand von einander und waren mit regulirten Uhren

*) Genauer 0″,26 (Biot Traité II. p. 30.) P.

versehen. Zu dem festgesetzten Augenblicke gab derjenige, welcher den Schall zu erregen hatte, ein Zeichen mit einem Tuche, und schlug zugleich an eine in dem Wasser befindliche Glocke. Der Beobachter an der andern Station hatte einen Begleiter bei sich, der dicht bei dem Kahne schwamm, und ein Zeichen gab, wenn er den Schall hörte. Dadurch ergab sich der Weg, welchen der Schall zur Durchlaufung des Weges zwischen beiden Stationen gebrauchte. Diese Messung war aber nicht ganz genau, weil die unter Wasser befindliche Person nicht in demselben Augenblick, in welchem sie den Schall hörte, das Zeichen geben konnte. Hr. Beudant schlofs aus seinen Versuchen, dafs die Geschwindigkeit des Schalls im Meerwasser 1500 Meter für eine Sekunde betragen müsse; ein Resultat, welches er aber nur als ein Mittel ansieht, da verschiedene Versuche unmerkliche Abweichungen gaben.

Wahrscheinlich weicht dieses Mittel nicht sehr von der wirklichen Geschwindigkeit ab, auch scheint es ziemlich mit der Theorie übereinzustimmen. Um aber den Vergleich mit Sicherheit anstellen zu können, mufs man nothwendig eine vollkommen genaue Messung haben, und überdiefs die Dichte und Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit in aller Strenge bestimmen, bei derselben Temperatur, bei welcher der Versuch gemacht worden ist. Wir haben daher geglaubt, diese Messungen mit Sorgfalt und im Grofsen wieder vornehmen zu müssen, und das Wasser eines Landsee's für pafslich gehalten, um unmittelbar die Geschwindigkeit des reinen Wassers zu bekommen.

Einer von uns, Herr Colladon, hat deshalb zu Ende des Jahres 1826 in dem Genfer-See eine Reihe von Versuchen bei grofsen Abständen gemacht, und dadurch die, früher noch nie gemessene, Geschwindigkeit des Schalls in reinem Wasser bestimmt.

Die anfänglichen Versuche bezweckten nur die Auffin-

findung des sichersten und bequemsten Mittels zur Hervorbringung eines Schalls, der auf grofse Entfernungen deutlich zu hören sey. Zunächst liefs ich verschiedene Knallpulverarten unter Wasser verpuffen, oder schlug an verschiedene metallene Körper, als Schellen, Amboſse oder Glocken. Dieſs letzte Mittel ergab sich als das beste, nicht bloſs in Betreff der Leichtigkeit und Augenblicklichkeit, sondern auch hinsichtlich der Intensität des Schalls. Die Glocke, deren ich mich zu diesem Versuche bediente, hatte ungefähr 7 Decimeter Höhe und einen etwas geringeren Durchmesser. Sie hing an einem Balken aufserhalb des Kahnes, ungefähr einen Meter unter der Oberfläche des Wassers (Taf. II. Fig. 8.). An demselben Balken war ein Winkelheber *mm* befestigt, dessen oberer Arm im Kahne war, während der untere sich im Wasser befand, und dort zum Schlagen an die Glocke diente. Hiedurch konnte ich, ungeachtet des Widerstandes der Flüssigkeit, der Glocke einen starken Schlag ertheilen.

Alle diese Versuche wurden in der Nacht gemacht, nicht bloſs um durch kein fremdartiges Geräusch gestört zu seyn, sondern hauptsächlich um die Signale, welche sowohl durch Raketen als durch Abbrennen von Schiefspulver gegeben wurden, genau beobachten zu können. Ich suchte anfangs den Schall dadurch zu hören, dafs ich den Kopf in Wasser tauchte, allein dieſs Verfahren war unbequem und nicht sehr genau; ich fand darauf ein anderes, sicher und leicht anzuwendendes Mittel, welches zugleich erlaubte, die Stärke des Schalls nach Belieben zu erhöhen. Dieſs Verfahren gründet sich auf folgende Betrachtungen.

Wenn man einen in ruhigem Wasser und ein wenig unter (*au dessus*) dessen Oberfläche befindlichen Körper zum Tönen bringt, so wird eine Person, die über dem Wasser und in geringer Entfernung befindlich ist, den von diesem Körper im Wasser hervorgebrachten Schall sehr deutlich hören. Wenn sie aber längs der

Oberfläche des Wassers fortgeht, so wird sie bemerken, dafs die Intensität des Schalles sehr rasch abnimmt, und bei einem Abstande von 200 bis 300 Metern wird sie aufserhalb des Wassers durchaus keinen Schall mehr hören, selbst wenn das Ohr sehr nahe an die Oberfläche des Wassers gebracht ist. Wenn indefs die Person bei dieser oder bei einer noch weit gröfseren Entfernung den Kopf in das Wasser taucht, so hört sie sogleich den Schall vollkommen deutlich.

Es scheint also, dafs die Schallstrahlen, welche die Oberfläche des Wassers unter einem sehr spitzen Winkel treffen, nicht in die Luft übergehen, sondern eine Art von Reflexion in das Innere der Flüssigkeit erleiden. Ich dachte nun, dafs wenn man eine Platte senkrecht in das Wasser tauchte, die Undulation sich durch diese Scheibe fortpflanzen müfste, und dafs folglich, wenn sich hinter der Platte Luft befände, auch in diese der Schall übergehen und dadurch in der umgebenden Luft hörbar seyn würde.

Um diese Vermuthung zu prüfen, nahm ich eine cylindrische Röhre von dünnem Blech, die drei Meter lang und ungefähr zwei Decimeter dick war. Ich liefs das eine Ende verschliefsen, und tauchte sie mit diesem in das Wasser. An diesem Ende war ein starker Ring befestigt, und es wurde daran das nöthige Gewicht gehängt, damit die Röhre senkrecht im Wasser schwimmen konnte, so dafs das obere, offene Ende, an welches man das Ohr legte, nur ungefähr 5 bis 6 Decimeter über die Oberfläche des Wassers hervorragte *).

Bei dem ersten Versuche war ich ungefähr 2000 Meter von der Glocke entfernt. Als ich das Zeichen zum Schlagen gegeben hatte, hörte ich in der Röhre sogleich

*) Es ist zu bemerken, dafs man mit einem unten offenen Höhrrohre durchaus nichts vernimmt. Man hört erst, wenn man den Kopf völlig untertaucht und das Ohr mit Wasser füllt, oder, wenn man, wie ich, ein mit Luft gefülltes Rohr anwendet.

den Schall eines jeden Schlages vollkommen deutlich, und dieser Schall war so stark, dafs man denselben noch hören konnte, wenn man das Ohr 5 bis 6 Decimeter hoch über der Mündung der Röhre hielt.

Mittelst dieser Vorrichtung wurde der Versuch sehr leicht und einer ungemeinen Genauigkeit fähig. Denn ich brauchte keinen Gehülfen mehr, der mir die Ankunft des Schalles anzeigte; ich selbst konnte zugleich das Signal sehen und den Glockenschlag hören, und dadurch beugte ich einer Fehlerquelle vor, die nur schwer in Rechnung zu bringen war. Endlich hatte ich es in meiner Gewalt, den Schall durch Vergröfserung der Oberfläche des Rohrs zu verstärken. Ich gab diesem (Taf. II. Fig. 9.) daher eine Länge von 5 Metern, und unten eine Erweiterung, deren Mündung senkrecht stand und durch eine, ungefähr 20 Quadratdecimeter haltende Metallplatte verschlossen war. Das obere Ende des Rohrs hatte die Gestalt eines Kegels, der gegen die Axe schief stand, damit man das Ohr anlegen konnte. Man drehte alsdann das Rohr, so dafs die untere Fläche, welche die Erweiterung des Rohres schlofs, der Glocke zugewandt war. Da der obere Querschnitt der Röhre sehr schief gegen die Axe derselben stand, so konnte ich das Ohr daran legen, ohne dadurch im geringsten belästigt zu seyn. Diefs erlaubte mir, die Versuche nach Belieben zu verlängern und zugleich die Dauer zwischen dem Signal des Schlages und dem Augenblicke, worin der Schall zu mir gelangte, in eigner Person zu beobachten.

Der Chronometer, dessen ich mich bediente, hatte einen sehr leichten Drücker, durch den ich ihn bei jeder Viertelsekunde anhalten konnte. Da mir vorläufige, bei Abständen von 5 bis 6000 Metern angestellte Versuche die Möglichkeit gezeigt hatten, einen noch gröfseren Maafsstab zu gebrauchen, so wiederholte ich die Versuche an der Stelle der gröfsten Breite des See's, zwi-

schen den kleinen Städten *Rolle* und *Thonon*, bei einer Entfernung von 14000 Metern *).

Eine günstigere Oertlichkeit konnte ich zu diesen Versuchen nicht finden. Die Tiefe des Wassers zwischen beiden Punkten ist sehr grofs, und der Boden hat zu beiden Seiten einen fast gleichen Fall, auch keine Erhebung dazwischen, welche den Schall unterbrechen könnte. Diefs kann man aus einer Notiz des Hrn. de la Bèche über die Tiefe des Genfer-See's ersehen, worin derselbe einen Durchschnitt des See's von Rolle nach Thonon gegeben hat **). Nach diesem Querschnitt beträgt die mittlere Tiefe des See's zwischen diesen beiden Städten 140 Meter. Man findet überdiefs in diesem Zwischenraum keine Spur von Strömung; das Wasser ist sehr durchsichtig, und seine Tiefe so grofs, dafs die Wellenbewegung es nicht trüben kann. Der Standpunkt der Glocke lag mit dem, wo ich mich zum Hören befand, in einer Linie, welche vom Kirchthurm in Thonon zu einer der Ecken des Schlosses von Rolle führt. Nach einigen Versuchen fand ich, dafs für diese Entfernung die plötzliche Entzündung einer hinreichenden Menge Schiefspulver das zweckmäfsigste und augenblicklichste Signal war. Die Abbrennung von ungefähr einem Viertelpfunde gab einen Blitz, den man sehr leicht an der andern Station bemerken konnte, obgleich die Krümmung der Erde mir die Aussicht auf alle Gegenstände benahm, die weniger als 9 Meter über den Boden erhoben waren. Um es rasch zu entzünden, wurde eine Zündruthe (*lance à feu*) *l* gebraucht (Taf. II. Fig. 8.), welche durch die Bewegung des Hammers in dem Augenblicke, wo dieser an die Glocke schlug, mit dem Pulver *p* in Berührung

*) Diese Entfernung ist ungefähr die Hälfte von der zwischen Montlhery und Montmartre, welche die französischen Akademiker wählten, um die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft zu messen.

**) *Biblioth. univers. T. XII.* Auch dies. Annal. Bd. 66. S. 146.

kam. Hiedurch erschien die Pulverflamme, welche als Signal diente, stets mit dem Glockenschlage zu gleicher Zeit.

Ich befand mich an der andern Station mit dem Gesichte nach den Signalen gewandt und das Ohr an die Mündung der Röhre gelegt. Letztere wurde von einem Gehülfen gehalten, damit ich die Hände zum Halten und Sperren des Chronometers frei hatte. Im Momente, worin ich das Licht erblickte, liefs ich den Drücker los, und in dem, worin ich den Schall hörte, hielt ich ihn wieder an. Der vom Zeiger zurückgelegte Weg gab dann die Zeit an, welche der Schall gebraucht hatte, um zu mir zu gelangen.

Nothwendig verfloſs ein kleiner Zeitraum zwischen dem Momente, worin ich das Licht erblickte, und dem, worin ich den Drücker berührte. Eine ähnliche Verzögerung fand auch bei der Wahrnehmung des Schalles statt; hier aber mufste sie etwas kleiner seyn, und zwar aus folgendem Grunde. Wenn man bei einem bestimmten Signal eine Bewegung machen will, so verflieſst immer eine gewisse Zeit zwischen dem erhaltenen Sinneseindruck und der Handlung, die eine Folge desselben ist, und diese Zeit ist um so länger, je schwieriger die Erscheinung des Signals vorherzusehen ist. Bei meinen Versuchen erforderte Vorbereitung bei dem Pulver und der Zündruthe Zeit und Vorsicht. Die Person, welche den Schlag an die Glocke zu besorgen hatte, gab selten den Schlag in dem festgesetzten Augenblick, und das Licht erschien mir daher fast immer unerwartet, während der Schall, welcher stets eine gleiche Zeit hernach erschien, leicht vorherzusehen war, besonders bei den spätern Versuchen. Es folgt daraus, dafs die am Chronometer beobachtete Zeit der Fortpflanzung des Schalls um eine sehr geringe Gröfse, die sich nicht berechnen liefs, zu klein war, die aber nicht gröfser, als eine Viertelsekunde seyn konnte.

Ich habe an verschiedenen Tagen drei Reihen von

Versuchen gemacht, von denen ich hier die Resultate gebe.

Beobachtete Zeiten in Sekunden.

Am 7. Nov. $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, 9, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$.

Am 15. Nov. $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, 9, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$.

Am 10. Nov. $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, 9, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, 9, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$, $9\frac{1}{4}$.

Aus dieser Tafel sieht man, dafs die Zeit, welche zwischen der Erscheinung des Lichts und der Ankunft des Schalls verfloſs, gröſser als $9''$ und kleiner als $9''\frac{1}{2}$ war. Ihr Mittelwerth beträgt etwas mehr als $9''\frac{1}{4}$. Wenn wir den oben genannten Fehler auf beinahe eine Viertelsekunde berechnen, so können wir $9'',4$ für die Zeit annehmen, welche der Schall wirklich gebrauchte, um von einer Station zur andern zu gelangen.

Vergleichen wir jetzt diese Zeit mit der Entfernung beider Stationen von einander. Die einzige bekannte Messung dieser Entfernung rührt von den HH. Saussure und Pictet her; sie fanden den Abstand des Kirchthurms zu Thonon vom Thurme zu Rolle 7330 Toisen oder 14287 Meter. Da ich mir nicht die Resultate ihrer Triangulation verschaffen konnte, und wünschte, mich von der Genauigkeit dieser Zahl zu überzeugen, so wiederholte ich diese Messung, und nahm dabei den Abstand des St. Peterthurms in Genf von dem Thurm in Langin, am Fuſse des Voirons-Berges, zur Basis. Dieser Abstand ist, Behufs einer Triangulation des Genferseethals, zu zwei verschiedenen Malen mit groſser Sorgfalt gemessen worden.

Das erste Dreieck enthielt Genf, Langin und Rolle, das zweite Langin, Rolle und Thonon. Diese directe Messung gab mir 14240 Meter für den Abstand des Schlosses zu Rolle vom Kirchthurm zu Thonon. Jenes liegt unmittelbar am Ufer des See's; der Kirchthurm zu

Thonon dagegen ist 353 Meter vom Ufer entfernt. Dieſs giebt 13887 Meter für den Abstand zwischen beiden Ufern.

Zieht man hiervon 400 Meter ab, als die Entfernung, der beiden Böte von den Ufern, so hat man 13487 Meter für die Entfernung beider Stationen. Diese Zahl kann wenigstens bis auf 20 Meter als genau angesehen werden.

Die Zeit, welche der Schall zur Durchlaufung dieses Weges gebrauchte, betrug, wie oben gesagt, sehr nahe 9″,4. Da die Fortpflanzung des Schalles gleichförmig geschieht, so findet man die Geschwindigkeit des Schalles oder den Raum, den er in einer Sekunde durchläuft, dadurch, daſs man den Raum 13487 Meter durch die Zeit 9″,4 dividirt, so findet man 1435 Meter *) für die wirkliche Geschwindigkeit des Schalls in Wasser.

An denselben Tagen, an welchen die Versuche angestellt wurden, nahm ich Temperatur des Wassers an mehreren Orten zwischen beiden Stationen, in einer Tiefe von 3 und 6 Meter, mittelst eines Thermometers, dessen Kugel mit Wachs überzogen war. Ich fand in diesen Tiefen die Temperatur überall gleich; sie betrug 8°,2 C. bei Thonon, 8°,1 in der Mitte des See's und 7°,9 bei Rolle, wonach also der Mittelwerth 8°,1 ist.

Um diese Resultate mit der Berechnung zu vergle-

*) Um den Grad der Genauigkeit dieser Zahl zu beurtheilen, erwäge man, daſs, wenn man für den Abstand beider Standpunkte 13500 Meter, eine, wie ich glaube, zu groſse Zahl, und für die Fortpflanzungszeit des Schalls 9″¼, eine zu kleine Zahl, nimmt, man für die Schallgeschwindigkeit den gröſsten Werth, den man annehmen könnte, nämlich 1459 Meter, erhält; aber dieser Werth ist sicher zu groſs. Nähme man dagegen für die Entfernung den kleinsten Werth, nämlich 13486 — 20 oder 13466 Meter, und für die Zeit ihren gröſsten Werth 9″,5, so würde man den kleinsten möglichen Werth für die Geschwindigkeit erhalten, nämlich 1417 Meter. Man sieht aus der Bestimmung dieser Grenzen, daſs, wenn auch die wahre Geschwindigkeit nicht 1435 Meter beträgt, sie doch wenigstens nicht um 24 Meter gröſser oder kleiner als diese Zahl seyn kann, so daſs der mögliche Fehler bei diesem Versuch sich nicht über $\frac{1}{60}$ des wahren Werthes erheben wird.

chen, war es nöthig, die Zusammendrückbarkeit dieses Wassers bei derselben Temperatur, so wie seine Dichte in Bezug auf die des destillirten Wassers bei 0° mit Genauigkeit zu bestimmen.

Das Wasser des See's kann, in hinlänglicher Entfernung von der Mündung der Rhone, als völlig rein betrachtet werden. Es enthält kaum $\frac{1}{2000}$ seines Gewichts an fremden Substanzen. Hr. Tingry hat Analysen dieses Wassers gegeben, welche man als die besten betrachten kann, da er mit grofsen Quantitäten gearbeitet hat. Er hat sie sowohl im Winter wie im Sommer angestellt. Da unsere Versuche im November gemacht wurden, so geben wir hier blofs das Mittel aus diesen beiden Analysen, welche übrigens nicht sehr von einander abweichen.

Mittel aus beiden Analysen des Genferseewassers, von Hrn. Tingry.

24475 Gramm. dieses Wassers enthielten:

82,896 Centiliter Gas (hauptsächlich Luft, die reicher an Sauerstoff als die gemeine Luft).

1,$^{gr}$722 kohlens. Kalk.

0,172 kohlens. Talkerde.

0,212 salzs. Talkerde.

0,861 schwefels. Kalk.

0,848 schwefels. Magnesia.

0,040 kieselhaltigen Thon.

0,172 Verlust.

Diefs giebt auf 1 Kilogramm 0$^{k}$,164 fremde, feste Substanzen, d. h. ein wenig mehr als $\frac{1}{6000}$ des gesammten Gewichts.

Die Dichte des Wassers beträgt bei 4° sehr nahe 1,00015, die des destillirten Wassers bei 4° als Einheit genommen. Und da das Volumen des Wassers um 0,00013 zunimmt, wenn es von 4° bis 8° erwärmt wird, so war die Dichte des Wassers, zur Zeit meiner Versuche, nur um einen durchaus zu vernachlässigenden Bruchwerth gröfser als Eins.

Wie klein aber auch die Menge der fremden Stoffe in diesem Wasser seyn mag, so haben wir doch geglaubt; seine Zusammendrückbarkeit, statt sie mit der des destillirten Wassers gleich anzunehmen, direkt bestimmen zu müssen. Zu dem Ende füllten wir das Piezometer mit diesem Wasser, mit eben der Vorsicht, welche wir beim lufthaltigen Wasser befolgten. Die, von 1 bis zu 20 Atmosphären angestellten Versuche, gaben 46,18 Milliontel als mittlere Zusammendrückung für eine Atmosphäre. Fügt man hinzu die körperliche Zusammenziehung des Glases 3,3, so hat man 49,48 oder sehr nahe 49,5 Milliontel für die absolute Zusammenziehung des Genferseewassers bei 8° C., welche Zahl schon für das lufthaltige Wasser bei 0° gefunden worden ist.

Nehmen wir jetzt die oben gegebene Formel für die Geschwindigkeit des Schalls zur Hand, um darin die so eben bestimmten Werthe zu substituiren. Diese Formel ist:

$$a = \sqrt{\frac{Pk}{D\varepsilon}}$$

Erinnert man sich, was die mit $D$, $k$, $\varepsilon$ und $P$ bezeichneten Gröfsen bedeuten, so hat man für das Wasser des Genfersee's, bei der Temperatur 8°,1

$$D = 1;\ k = 1000\,000;\ \varepsilon = 49{,}5.$$

Nimmt man für $P$ den Druck einer Atmosphäre von $0^m{,}76$ Quecksilber bei der Temperatur 10°, welche diejenige ist, bei welcher unser Manometer bestimmt wurde, und bezeichnet man mit $m$ die Dichte dieses Quecksilbers, so wie mit $g$ die beschleunigende Kraft der Schwere oder die doppelte Fallhöhe der Körper in der ersten Sekunde, so hat man:

$$P = (0^m{,}76)\,g.m.$$

Der Werth von $g$ ist bekanntlich $= 9^m{,}8088$.

Nach den Versuchen der HH. Dulong und Petit ist die Dichte des Quecksilbers bei 0° gleich 13,568, die des destillirten Wassers bei 3°,9 gleich Eins gesetzt.

Ueberdiefs beträgt die Ausdehnung des Quecksilbers 0,00018 für 1°, also 0,0018 für 10°. Wenn also das Quecksilber von 0° auf 10° erwärmt wird, vermehrt sich sein Volumen von 1 auf 1,0018. Die Dichte des Quecksilbers bei 10° wird also gleich seyn seiner Dichte bei 0° oder 13,568, dividirt durch 1,0018; wodurch man hat $m=\frac{13{,}568}{1{,}0018}=13{,}544$.

Substituirt man in der Formel alle diese Werthe

$$D=1;\ k=1000\,000;\ \varepsilon=49{,}5$$

$$P=(0^{m}{,}76)\,(9{,}8088)\,(13{,}544),$$

so findet nach gemachter Rechnung

$$a=1428 \text{ Meter } [=4396{,}02 \text{ Par. Fufs}]$$

Diefs ist also die Geschwindigkeit des Schalls, theoretisch bestimmt und hergeleitet aus der Dichte und Zusammendrückbarkeit des Wassers, in der Voraussetzung, dafs bei der raschen Zusammendrückung der Theilchen keine Wärme entwickelt werde, die die Temperatur erhöhe. Die Geschwindigkeit des Schalls nach unseren Versuchen dagegen ist, wie schon gesagt, gleich $\frac{13{,}487}{9'',4}$ oder 1435 Meter [=4417,57 Par. Fufs].

Die beobachtete Geschwindigkeit ist also gröfser als die berechnete Geschwindigkeit, aber nur um 8 Meter. Dieser Unterschied ist zu klein, als dafs man ihn einer Wärmeentwicklung zuschreiben könnte. Selbst, wenn er zwei oder dreimal gröfser wäre, fiele er noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Mithin ist die Uebereinstimmung zwischen der Erfahrung und der Theorie so vollkommen, wie man sie nur erwarten kann.

### Bemerkungen über die Natur des Schalls in Wasser.

Ich beschliefse diese Abhandlung mit einigen Bemerkungen, welche mir der Erwähnung werth scheinen.

Die erste betrifft die Dauer des Schalls in Wasser, welche merklich von der Dauer in der Luft abweicht.

Der Ton einer unter Wasser geschlagenen Glocke hat, in einiger Entfernung gehört, keine Aehnlichkeit mit dem einer in der Luft tönenden Glocke. Statt eines anhaltenden Tones hört man unter Wasser nur einen scharfen und kurzen Schall, den ich am liebsten mit dem zweier gegen einander geschlagenen Messerklingen vergleichen möchte. Diese Beschaffenheit behält der Schall auch in sehr grofser Entfernung, nur nimmt er an Intensität ab Das Hören eines so trockenen und kurzen Tones, der aus einer Entfernung von mehreren Meilen herkommt, macht einen ähnlichen Eindruck, wie wenn man zum ersten Male entlegene Gegenstände durch ein Fernrohr sehr deutlich erscheinen sieht. Als ich diesen Versuch bei intermediären Stationen machte, schien mir der Ton, was seine Natur betraf, gleich geblieben zu seyn, so dafs es mir unmöglich war, zu untersuchen, ob er von einem starken Schlag in der Ferne oder von einem schwachen Schlag in der Nähe herrührte. Erst bei einem Abstande von 200 Met. liefs sich das Klingen der Glocke nach dem Schlage unterscheiden. In der Luft beobachten wir fast ganz das Entgegengesetzte. In der Nähe sind die Schläge gegen die Glocke sehr leicht zu erkennen, während man in der Ferne nur ein zusammenhängendes und fast gleichförmiges Gebrumme hört. Der Widerstand, welchen das Wasser den Schwingungen der Glocke leistet, giebt nur eine ungenügende Erklärung dieser Thatsache; denn derselbe Schall ist aufserhalb des Wassers gehört weit anhaltender, und man erkennt sehr wohl den Ton einer Glocke, was unmöglich ist, wenn man den Ton von weitem durch das Wasser hört. Diese Erscheinung erklärt sich durch die Natur der Schallwellen im Wasser. Man weifs nämlich, dafs in der Schwingungsbewegung einer Flüssigkeit, die Dauer der Bewegung eines Theilchens gleich ist dem Radius des Kugelstückes, welches man zu Anfange der Bewegung ursprünglich erschüttert annimmt, dividirt durch die Fortpflanzungs-

geschwindigkeit des Schalls. Die erste dieser beiden Grö-
ſsen ist im Wasser nothwendig kleiner als in der Luft;
die zweite dagegen gröſser. Und daraus folgt, daſs die
Dauer eines Schalles bei seiner Fortpflanzung im Was-
ser weit geringer seyn muſs, als bei der in der Luft.

Die zweite Bemerkung bezieht sich darauf, daſs der
Schall nicht aus dem Wasser in die Luft übergeht, wenn
die Schwingungen, welche sich im Wasser fortpflanzen,
die Oberfläche desselben unter einen sehr kleinen Win-
kel treffen. Wie ich schon bemerkt habe, hört man bis
zu einem Abstande von ungefähr 200 Metern den Ton
der unter Wasser geschlagenen Glocke sehr leicht in der
Luft; aber bei einer gröſseren Entfernung nimmt seine
Intensität sehr rasch ab, und bei 4 oder 500 Metern ist
es unmöglich, selbst sehr dicht an der Oberfläche des
Wassers, das geringste Geräusch zu vernehmen. Taucht
man indeſs den Kopf nur einige Centimeter tief in Was-
ser, oder senkt man, wie ich, eine mit Luft gefüllte Röhre
in dasselbe, so hört man den Schall eines jeden Schla-
ges stark und deutlich, ja man hört ihn noch in einer
10 bis 20 Mal gröſseren Entfernung. Bei meinen Ver-
suchen war die Glocke 2 Met. tief unter die Oberfläche
des Wassers gebracht. Es ist klar, daſs bei einem Abstande
von 500 Met. die Schwingungen die Wasserfläche unter ei-
nem merklichen, noch durch die Krümmung der Erde ver-
gröſserten Winkel treffen muſsten. Die Schwingungen,
welche im Wasser statt finden, theilen sich also nicht der
Luft mit, wenn sie die Oberfläche unter einem etwas
kleinen Winkel treffen, was der Erscheinung ähnlich ist,
die uns das Licht an der gemeinschaftlichen Grenzfläche
zweier an Dichte verschiedenen Mittel darbietet.

Die durch die Wasserwellen hervorgebrachte Be-
wegung ändert weder die Dauer noch die Geschwindigkeit
des Schalls, sobald man sich eines Rohres zum Hören
bedient. Der letzte von den drei oben genannten Versu-

chen wurde bei einem stürmischen Wetter angestellt. Der Wind, welcher anfangs nur schwach war, nahm in dem Grade zu, dafs wir genöthigt waren, das Boot vor mehrere Anker zu legen. Ungeachtet des Brausens der Wogen, konnte ich deutlich den Schall eines jeden Schlages hören, und, wie man aus jener Tafel ersehen kann, wurde die Dauer seiner Fortpflanzung durchaus nicht geändert.

Zuletzt mache ich noch eine Bemerkung über den Einfluſs von Schirmen auf die Intensität des Schalls. Ich hatte zwei Standpunkte gewählt, die nicht sehr entfernt von einander waren, und solche Lage hatten, dafs die zwischen beiden gezogene gerade Linie nahe an dem Ende einer Mauer vorbei ging, die über die Oberfläche des Wassers hervorragte, und liefs nun der Glocke regelmäfsig Schläge von gleicher Stärke ertheilen. Als ich nun wechselsweise zu beiden Seiten der Linie, welche das Ende jener Mauer streifte, mit dem Rohre hörte, schien mir als herrschte ein sehr merklicher Unterschied in der Intensität, je nachdem die Mauer sich zwischen der Glocke und dem Rohre befand oder nicht; die Fortpflanzung des Schalls in Wasser weicht also in dieser Beziehung von dem, was in der Luft vorgeht, ab, und nähert sich der Fortpflanzungsart des Lichts. Dieser die Intensität merklich verringernde Einfluſs einer Scheidewand verdient beachtet zu werden, und giebt einen neuen Verknüpfungspunkt zwischen den Erscheinungen bei der Fortpflanzung des Schalls in Flüssigkeiten und denen, welche bei der Fortpflanzung des Lichts beobachtet worden sind.

---

## Nachtrag.

Die so eben mitgetheilte Arbeit der HH. Colladon und Sturm ist mit so vieler Umsicht und Genauigkeit durchgeführt, dafs sie wohl wenig, höchstens noch

die nähere Ausmittelung des Einflusses der Temperatur auf die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, zu wünschen übrig lassen kann. Es wird daher auch hinreichend seyn, aus einer andern, sichtlich unvollkommneren Untersuchung derselben Art, nur einige Punkte herauszuheben, um wenigstens die Leser historisch mit derselben bekannt zu machen. Diese Arbeit, welche sich gleichfalls um den von der Pariser Akademie der Wissenschaften ausgesetzten Preis beworben, denselben aber nicht erhalten hat, ist von ihrem Verfasser, Hrn. Galy-Cazalat, für sich dem Druck übergeben und auszugsweise im *Bulletin des Sciences Sect.* 1. *T. VIII. p.* 321. mitgetheilt. Aus dieser Quelle entnehme ich die folgenden Data.

Der Verfasser bewerkstelligte, wenigstens bei einigen seiner Versuche, die Zusammendrückung mittelst der Explosion von Schiefspulver. Der dazu angewandte Apparat bestand aus zwei starken gufseisernen Gefäfsen, die durch eine Röhre mit Ventil mit einander verbunden waren. Das gröfsere dieser Gefäfse enthielt: 1) Ein Dampfthermometer, um die etwanige Temperaturerhöhung bei der Zusammendrückung zu messen. 2) Eine mit Luft gefüllte Röhre zur Messung des Drucks, und 3) das, einem offnen Thermometer ähnliche Instrument, vom Verfasser Piezimeter genannt, welches das zum Zusammendrücken bestimmte Wasser enthielt. Um diese Instrumente beobachten zu können, reichten sie mit ihren oberen Theilen in drei starke Glasröhren, die zu diesem Behufe in dem Deckel des eisernen Gefäfses eingekittet waren. Sollte ein Versuch gemacht werden, so wurde das gröfsere Gefäfs, nachdem jene drei Instrumente hineingebracht waren, mit Wasser gefüllt und der Deckel fest aufgeschroben; dann wurde das kleinere Gefäfs ungefähr zur Hälfte mit Wasser gefüllt, ein gewisses Quantum Schiefspulver nebst einer brennenden Lunte hineingebracht, und schnell durch einen aufgeschraubten Stöpsel luftdicht verschlossen. Die [illegible] erfolgende Explosion des Pulvers trieb eine gewisse

Menge Wasser aus dem kleineren Gefäfse in das gröfsere, und übte hier, mittelst des Ventils, einen anhaltenden Druck aus, dessen Wirkungen sich dann an den drei genannten Instrumenten beobachten liefsen. Das Wasser des Pieximeters war übrigens von dem ihm umgebenden im Gefäfse durch einen Tropfen Quecksilber getrennt.

Auf solche Art bestimmte nun der Verfasser die Zusammendrückbarkeit des destillirten, luftfreien Wassers und des Meerwassers, des Alkohols, Schwefeläthers, Leinöls und Olivenöls, der Salpeter- und der Schwefelsäure. Da indefs die Resultate sicher weniger genau, als die von HH. Colladon und Sturm erhaltenen sind, so kann ihre Mittheilung keinen besonderen Nutzen haben *).

Bei der Zusammendrückung aller dieser Flüssigkeiten glaubte Hr. G. eine ziemlich beträchtliche Temperaturerhöhung wahrgenommen zu haben. So z. B. stieg, nach ihm, bei der Zusammendrückung des Wassers, durch einen Druck von $38{,}5\times0^{m},775$ Quecksilber, die Temperatur um $3^{o}$; bei der des Alkohols, durch $16\times0^{m},760$ Druck, um $3\frac{1}{2}^{o}$; beim Leinöl, durch $80\times0^{m},76$, um $6^{o}$; beim Olivenöl, durch $60\times0^{m}76$, um $5^{o}$; beim Schwefeläther, durch $44\times0^{m},76$, um $8^{o}$; bei der Salpetersäure, durch $60\times0^{m},76$, um $6^{o}$, und bei der Schwefelsäure, durch einen Druck von $50\times0^{m},76$, um $5^{o},2$.

Was die Wirkung des Drucks auf das Pieximeter betrifft, so meint Hr. G., dafs sie die Capacität desselben *vergröfsere*, indem nämlich die Wände des Gefäfses, durch den Druck auf beiden Seiten, dünner würden, ohne gewissermafsen ihren mittleren Radius zu ändern. Hr. G. *subtrahirt* also die Zusammendrückung des Glases von der

*) Vielleicht könnten die Resultate über das Leinöl und Olivenöl da, wo keine grofse Genauigkeit erforderlich ist, eine Anwendung finden. Wenn $P$ einen Druck von $0^{m},76$ Quecksilber bezeichnet, so ist nach Hrn. G. die Zusammenziehung des Leinöls für $1P=0{,}0000468$, für $6P=0{,}0002806$, für $28P=0{,}0013104$, für $50P=0{,}002304$, für $80P=0{,}003744$, und beim Olivenöl, für $1P=0{,}0000470$, für $28P=0{,}001316$, für $60P=0{,}002820$.

der Flüssigkeit *). Ueberdiefs nimmt er an, dafs die Flüssigkeiten während des Druckes etwas in die Wände des Glasgefäfses eindringen.

Die Correction, die nach Hrn. G. durch den gemeinschaftlichen Einfluſs beider Umstände erfordert wird, suchte derselbe, in der Annahme, dafs sie bei gleichem Drucke der Gröfse und Dicke der Wände proportional gehe, dadurch zu ermitteln, dafs er eine und dieselbe Flüssigkeit in zwei Pieximeter comprimirte, deren kugelförmige Behälter von ungleichem Radius waren.

Die Zusammendrückbarkeit des Glases und einiger anderen starren Körper bestimmte Hr. G. auch noch auf einem andern Wege. In einem starken Gefäfs mafs er zunächst die scheinbare Zusammendrückbarkeit des Wassers unter einem festgesetzten Druck. Dann brachte er in dasselbe Gefäfs einen starren Körper, füllte den übrigen Raum mit Wasser, und liefs nun einen gleichen Druck, wie vorhin, auf dasselbe wirken. Der Unterschied zwi-

Die Dichte des Leinöls war 0,994, die des Olivenöls $=0{,}91$, die Temperatur der Luft bei ersterem 15°. Da nach Hrn. G. die Zusammenziehung des destillirten luftfreien Wassers, unter einem Drucke von $0^m{,}89$ Quecksilber bei $0°, = 0{,}0000454$ ist; so kann man wenigstens daraus schliefsen, dafs Leinöl und Olivenöl stärker zusammendrückbar sind, als das reine Wasser.

*) Wie die Leser aus der Abhandlung der HH. Colladon und Sturm ersehen haben werden (S. 51. vorigen Heftes), nehmen diese Physiker gerade das Gegentheil an, nämlich, dafs die Capacität eines Gefäfses, welches von allen Seiten einen gleichen Druck erleidet, *kleiner* wird, und dafs folglich bei Versuchen mit Glasgefäfsen die Zusammenziehung des Glases zu der scheinbaren Zusammenziehung der Flüssigkeit *addirt* werden mufs, um die wahre zu erhalten. Mir scheint, man könne die Richtigkeit dieses Schlusses schon aus der Wirkung einer Temperaturerniedrigung ersehen. Die Wirkung eines allseitigen Drucks kann meiner Meinung nach keine andere seyn, als die einer Temperaturerniedrigung, und für diese ist es factisch erwiesen, dafs sie die Capacität der Gefäfse verringert. Hr. G. hat offenbar den Druck in Richtung der Tangenten der Wände vernachlässigt. *P.*

zwischen den in beiden Fällen beobachteten Zusammenziehungen des Wassers ist das, um was die Zusammendrückbarkeit des Wassers die des starren Körpers, bei gleichem ursprünglichen Volumen mit diesem, übertrifft. Da die Zusammendrückbarkeit des Wassers bekannt war, so ergab sich dann leicht auch die des starren Körpers. So fand Hr. G., für den Druck von einer Atmosphäre, die Zusammendrückbarkeit des weifsen Glases (cristal) =0,00000284, die des Kupfers =0,00000709, die des Bleies =0,00000018 *).

Die Gröfse des durch die Pulver-Explosion hervorgebrachten Druckes mafs Hr. G., wie gesagt, durch die Verringerung eines abgesperrten Luftvolumens. Er glaubt indefs gefunden zu haben, dafs das Mariotte'sche Gesetz nicht in aller Strenge gültig sey. Hr. G. comprimirte nämlich eine gewisse Menge trockner Luft nach und nach durch eine 45 Fufs hohe Quecksilbersäule, die in mehreren engen und mit ihren matt geschliffenen Enden durch Kautschuckcylinder verbundenen Röhren aufgestellt wurde, und fand dadurch, dafs wenn der Druck folgweise gleich war 1, 3, 6, 9, 15 und 18 Atmosphären, die Luft respective die Volumina 864, 288,7, 145,5, 97, 73, 58,5 und 49 einnahm. Die Röhre, welche die Luft enthielt, war hierbei von innen und aufsen demselben Drucke ausgesetzt. Hr. G. schliefst hieraus, dafs die trockne Luft weniger zusammendrückbar sey, als sie es nach dem Mariotte'schen Gesetz seyn müsse.

---

Auch Hr. Depretz (*Bullet. des Scienc. Sect.* 1. *T. VIII. p.* 325.) bestreitet die Richtigkeit des Mariotte'schen Gesetzes. Wie zum Theil auch schon früher (dies. Ann. Bd. 85. S. 605.), behauptet er daselbst, dafs Wasserstoff- und Schwefelwasserstoffgas mehr zu-

*) Eines gleichen Verfahrens hat sich auch späterhin Hr. Professor Oersted bedient (S. 158. vorigen Heftes). P.

sammendrückbar als die Luft seyen, das Ammoniakgas mehr als das Schwefelwasserstoffgas, und das schwefligsaure Gas mehr als das Ammoniakgas, ferner, dafs nicht zwei Gase, die demselben Drucke ausgesetzt sind, sich gleichmäfsig zusammenziehen, und dafs der Unterschied sich nicht blofs im Moment der Flüssigwerdung äufsere, wie es die HH. Oersted und Suensson meinen, sondern im ganzen Laufe der Compression.

Als Beispiel giebt er die Zusammendrückbarkeit des trocknen Schwefelwasserstoffgases, verglichen mit der Luft, in folgender Tafel:

| Trockne Luft: | $0^m$,815. | Trocknes Schwefelwasserstoffgas: | $0^m$,815 |
|---|---|---|---|
| | 2,243 | | 2,293 |
| | 3,971 | | 4,020 |
| | 5,789 | | 6,021 |
| | 7,568 | | 8,058 |
| | 10,057 | | 11,021*). |

Unter dem, von der trocknen Luft angezeigten, Druck von $10^m$,057 wurde noch nichts vom Schwefelwasserstoffgase flüssig.

Hr. Depretz behauptet auch, dafs die Zusammendrückbarkeit bei keiner Flüssigkeit dem Drucke proportional sey, sondern mit steigendem Drucke abnehme, und dafs sie bei allen Gasen gröfser sey als es das Mariottesche Gesetz angiebt. Ueberdiefs bemerkt er, dafs das Breguet'sche Thermometer von ihm zuerst bei diesen Versuchen angewandt sey, und eben so der Luft-Index beim Piezometer.

---

Da zu Anfange dieses Aufsatzes von den Versuchen des Hrn. Morosi, über die Wärmeentwicklung, durch Reidie Rede ist, und dieselben bis jetzt in den Annalen nicht

*) Wahrscheinlich sollen diese Zahlen den Druck bezeichnen, der stattgefunden haben würde, wenn die Volumensverringerungen des Schwefelwasserstoffgases dem Mariotte'schen Gesetze entsprochen hätten. *P.*

aufgenommen sind, so mag zum Schlufs ein kurzer Auszug aus diesen Versuchen hier noch eine Stelle finden. Die Originalabhandlung des Hrn. Morosi findet sich in den Denkschriften des Mailänder Instituts, T. XIII. p. 137.; da ich aber dieselben nicht zur Hand habe, so nehme ich das Folgendeaus dem Auszuge im *Bullet. universel des Scienc. Sect.* 1. *T. V. p.* 36. Diefs wird um so mehr entschuldigt seyn, als, nach diesem Auszuge zu urtheilen, Hr. Morosi zu keinem allgemeinen Resultate gelangt ist *).

Das Instrument zu diesen Versuchen bestand: 1) aus einem senkreckt stehenden Cylinder von weichem Holze. dessen oberes Ende eine convexe Halbkugel bildete; 2) aus einer Kurbel, deren einmalige Umdrehung den obengenannten Cylinder 60 Mal um seine Axe drehte; 3) aus einem cylindrischen Gefäfse von Holz, dessen Boden aus dem Metalle verfertigt war, welches dem Versuche unterworfen werden sollte. Dieser metallene Boden bildete eine Halbkugel, die gegen den Cylinder convex war, und genau an diesen anschlofs. Hier war es, wo die Reibung geschah. Das Gefäfs ruhte also auf dem Cylinder, und wurde bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt; ein in diefs Wasser gesenktes Thermometer zeigte die Temperatur desselben an: 4) War oben auf das Gefäfs ein Gewicht gelegt, um den Druck zwischen den sich reibenden Flächen zu vermehren. 5) Wurde mittelst eines Sekundenpendels die Zahl der Umläufe bestimmt, welche die Kurbel innerhalb einer gegebenen Zeit vollbrachte.

Alle Versuche wurden unter denselben Umständen gemacht, bis auf die Aenderungen, die in der folgenden Tafel angezeigt sind. Um so viel wie möglich zu verhindern, dafs das Wasser die durch Reibung des Metalls gegen das Holz erhaltene Wärme verliere, wurde das Gefäfs, welches das Wasser enthielt, mit Flanell um-

*) Die älteren Versuche von Haldat, im *Journ. de physique T. LXV. p.* 213., führen im Grunde schon eben so weit. *P.*

wickelt. Das Wasser erhitzte sich in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen fast um gleiche Gröfsen.

Temperatur des Wassers, als der Cylinder sich 30 Mal in einer Sekunde umdrehte, und der Druck 2 (Mailänder) Pfund betrug.

| Verflossene Zeit. | Eisen. | Stahl. | Kupfer. | Messing. | Zink. | Zinn. | Blei. | Legirung. a. | Legirung. b. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0′ | 15½ | 16 | 16 | 15½ | 16 | 16 | 16 | 15½ | 16 |
| 2 | 16½ | 18 | 17 | 16¾ | 19 | 16½ | 19 | 15¼ | 16½ |
| 4 | 17¼ | 19 | 18 | 17½ | 20 | 17¼ | 20¼ | 16¼ | 17¼ |
| 6 | 18 | 20 | 19 | 19¼ | 21 | 18 | 22 | 17 | 17¾ |
| 8 | 19 | 21 | 19¾ | 20 | 22 | 18¾ | 23 | 18 | 18½ |
| | 60 Umläufe in einer Sekunde, Druck =2 Pfund. | | | | | | | | |
| 0′ | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16¼ | 16 |
| 2 | 17½ | 18 | 18 | 17½ | 20 | 17 | 23 | 17½ | 17½ |
| 4 | 19 | 19 | 19½ | 20 | 22 | 18½ | 27 | 18½ | 18¾ |
| 6 | 20¼ | 20 | 21 | 21¾ | 23¼ | 20 | 31 | 19½ | 19 |
| 8 | 21¾ | 22¼ | 22½ | 23¼ | 24 | 21½ | 33 | 21 | 20¼ |
| | 30 Umläufe in einer Sekunde, Druck =4 Pfund. | | | | | | | | |
| 0′ | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15½ | 16 |
| 2 | 18½ | 18½ | 19 | 19 | 21 | 17¼ | 24 | 17 | 18½ |
| 4 | 20¼ | 21½ | 21 | 21½ | 22½ | 18¼ | 27 | 18½ | 20½ |
| 6 | 21¾ | 23 | 23 | 23⅓ | 24 | 20 | 30 | 19½ | 21 |
| 8 | 23½ | 25 | 24½ | 24¾ | 25¾ | 22½ | 35 | 22 | 22½ |

Die Legirung *a* bestand aus Zinn, Zink und Wismuth, die Legirung *b* dagegen aus Blei, Zink und Wismuth; in welchen Verhältnissen wurde aber vom Verfasser nicht angegeben. Auch wurde das Gewicht des erwärmten Wassers, und das des Holzes u. s. w. nicht angegeben, so dafs man, wie der französische Epitomator bemerkt, hier nur das Verhältnifs der Temperaturerhöhung zu betrachten hat, (und auch das wohl nicht einmal, da man nicht weifs, ob die verschiedenen Metalle einander an Gewicht oder Volumen gleich waren. — *P.*)

Auch fügt derselbe hinzu, es werde nicht gesagt, ob das Wasser umgerührt worden sey.

---

## II. *Ueber das Licht; von Hrn. Fresnel.*

[Da durch die in das Novemberheft der Annalen eingerückte Preisfrage der Kais. Akademie der Wiss. zu St. Petersburg vielleicht die Aufmerksamkeit auf diese Gegenstände zurück gerufen ist, so nehme ich hier Gelegenheit, das noch Fehlende an der Fresnel'schen Abhandlung in dies. Ann. Bd. 79. S. 89. u. 303. u. Bd. 81. S. 223., mitzutheilen, wie ich es auch dort versprochen habe. *P.*]

### Von den Farbenringen.

Die farbigen Ringe, welche sich zeigen, wenn zwei Gläser gegen einander gedrückt werden, und eine der in Berührung stehenden Flächen ein wenig convex ist, lassen sich durch das Princip der Interferenzen auf eine recht einfache Art erklären. Sie entstehen offenbar durch den gegenseitigen Einfluſs zweier Wellensysteme, von denen das eine an der Vorder-, und das andere an der Hinterfläche derjenigen Luftschicht reflectirt wird, welche zwischen die beiden Gläser eingeschlossen ist. Ehe wir indeſs in das Einzelne dieser Erklärung eingehen, ist es nöthig über die Reflexion des Lichts einen Satz aufzustellen, dessen wir hier bedürfen.

Wenn sich eine Erschütterung in einem Mittel von gleichförmiger Elasticität und Dichtigkeit fortpflanzt, so wird sie niemals rückgängig, vielmehr läſst sie, indem sie auf neue Schichten übergeht, die vorhergehenden Schichten in einer absoluten Ruhe zurück; eben so wie eine Billardkugel, welche eine andere Kugel von gleicher Masse trifft, dieser ihre gesammte Bewegung mittheilt, und nach dem Stoſse in Ruhe bleibt. Dieſs ist nicht mehr der Fall, wenn die zweite Kugel mehr oder weniger Masse als die erste besitzt; in beiden Fällen

bleibt diese nach dem Stofse in Bewegung. Hat die zweite Kugel mehr Masse als die erste, so wird diese durch die neue Geschwindigkeit nach einer ihrer früheren Bewegung entgegengesetzten Richtung fortgeführt, und hat die zweite Kugel weniger Masse als die erste, so fährt diese fort sich in gleicher Richtung zu bewegen. Mithin sind die Bewegungen, welche die erste Kugel nach dem Stofse besitzt, in den beiden Fällen von entgegengesetzter Richtung. Hierdurch läfst sich begreifen, was geschieht, wenn eine Welle die Berührungsfläche zweier elastischer Mittel von ungleicher Dichte erreicht. Die unendlich dünne Schicht des ersten Mittels, welche das zweite Mittel berührt, und welche wir uns als die erste Kugel vorstellen können, bleibt, nachdem sie die anliegende Schicht des zweiten Mittels in Bewegung gesetzt hat, wegen des Unterschiedes ihrer Dichte nicht in Ruhe, und es findet eine Reflexion statt. Aber die neue Geschwindigkeit, mit der die Schicht des ersten Mittels nach dem Stofs begabt ist, und die sich successiv den vorderen Schichten desselben Mittels mittheilt, mufs die Richtung wechseln, je nachdem die Schicht des zweiten Mittels mehr oder weniger Masse als die des ersten Mittels besitzt, d. h. je nachdem dieses Mittel lockerer oder dichter ist als das zweite. Dieser wichtige Satz, welchen Hr. Young durch die so eben auseinandergesetzten Betrachtungen aufgefunden hat, ergiebt sich auch aus den Formeln, welche Hr. Poisson aus einer gelehrten und strengen analytischen Untersuchung hergeleitet hat. Auf die Reflexion des Lichtes angewandt, lehrt uns dieser Satz, dafs die Oscillationsbewegung positiv oder negativ ist, je nach dem eine Lichtwelle innerhalb oder aufserhalb eines dichteren Mittels reflectirt wird. Alle correspondirenden Oscillationsbewegungen sind also in deu beiden Fällen von entgegengesetztem Zeichen.

Diefs vorausgesetzt, wollen wir zu der Erscheinung der farbigen Ringe zurückkehren, und, zur Vereinfachung

der Schlüsse, annehmen, dafs man das reflectirte Licht unter senkrechter Incidenz oder wenigstens in einer sich wenig von ihr entfernenden Richtung beobachte. Betrachten wir ein Wellensystem, welches von einem leuchtenden Gegenstande auf die erste Fläche der Luftschicht, d. h. auf die zweite Fläche des oberen Glases fällt. Was wir von diesem Wellensysteme sagen werden, läfst sich auf alle übrigen anwenden. Im Moment, wo es auf der das Glas und die Luft von einander trennenden Fläche anlangt, erleidet es eine partielle Reflexion, wodurch die Intensität des von der Luftschicht durchgelassenen Lichtes ein wenig geschwächt wird, und in dem ersten Glase ein zweites Wellensystem entsteht, dessen Intensität bekanntlich weit geringer als die des durchgelassenen Lichtes ist. Das letztere, welches durch diese Reflexion sehr wenig geschwächt worden ist, erzeugt bei seiner Ankunft auf der zweiten Fläche der Luftschicht ein zweites System von reflectirten Wellen, die mit den von der ersten Fläche herrührenden Wellen fast gleiche Intensität besitzen. Deshalb giebt ihre Interferenz, bei weifsem Lichte, so lebhafte Farben, und, bei homogenen Lichte, so deutliche helle und dunkle Ringe. Da die beiden Flächen der Luftschicht in der Nähe des Berührungspunktes, wo sich die farbigen Ringe bilden, fast parallel liegen, so gehen die beiden Wellensysteme einen gleichen Weg; aber dasjenige, welches an der zweiten Fläche reflectirt worden ist, bleibt gegen das andere zurück, und zwar um eine Strecke, die gleich ist der doppelten Dicke der Luftschicht, welche es zweimal durchlaufen hat. Ueberdiefs mufs man bemerken, dafs zwischen ihnen noch eine andere Verschiedenheit da ist, die nämlich, dafs das erste *innerhalb* des Glases oder des dichteren Mittels reflectirt worden ist, während das andere *aufserhalb* des unteren Glases reflectirt wird, woraus, nach dem oben aufgestellten Satz, ein Gegensatz in der oscillatorischen Bewegung hervorgeht. Wenn also, in Folge des Unterschiedes in den

durchlaufenen Wegen, die beiden Wellensysteme im Accorde stehen, d. h. sie alle ihre Oscillationsbewegungen in gleichem Sinne ausführen müfsten, so schliefsen wir daraus, dafs sie im Gegentheil in völliger Discordanz stehen, und umgekehrt, wenn der Unterschied in den durchlaufenen Wegen eine völlige Discordanz anzeigen würde, schliefsen wir, das die Oscillationsbewegungen vollkommen zusammenstimmen. Diefs angenommen, ist es leicht die Lage der dunklen und hellen Ringe zu bestimmen.

Da der Berührungspunkt, wo die Dicke der Luftschicht Null ist, keinen Unterschied in dem Gange zwischen beiden Wellensystemen hervorbringt, so würde er eine völlige Uebereinstimmung zwischen ihren Vibrationen herbeiführen. Wegen des Gegensatzes im Zeichen (in der Oscillationsbewegung. *P.*) mufs man aber das Gegentheil nehmen; ihre Schwingungen werden also in völliger Discordanz stehen, und der Berührungspunkt, durch Reflexion gesehen, einen schwarzen Fleck darbieten. So wie man sich von ihm entfernt, nimmt die Dicke der Luftschicht zu. Verweilen wir bei dem Punkte, wo ihre Dicke einer Viertel-Undulation gleich ist. Der Unterschied in den durchlaufenen Wegen wird hier eine halbe Undulation betragen, welche einer völligen Discordanz entspricht; folglich wird hier ein vollkommner Accord zwischen beiden Wellensystemen statt finden, und dieser Punkt der leuchtendste im ersten hellen Ringe seyn. Ist die Dicke der Luftschicht einer halben Undulation gleich, so wird der Unterschied in den durchlaufenen Wegen gleich seyn einer ganzen Undulation, welche einem vollständigen Accorde entspricht; es wird eine völlige Discordanz statt finden, und dieser Punkt die Mitte eines dunklen Ringes seyn. Ueberhaupt ist durch dieselben Schlüsse leicht einzusehen, dafs die dunkelsten Stellen der dunklen Ringe, Punkten entsprechen, wo die Dicke der Luftschicht gleich ist:

$$0,\ \tfrac{1}{2}d,\ \tfrac{3}{2}d,\ 2d,\ \tfrac{5}{2}d \text{ u. s. w.}$$

und die leuchtendsten Punkte der hellen Ringe denen, wo die Dicke ist:

$$\tfrac{1}{4}d,\ \tfrac{3}{4}d,\ \tfrac{5}{4}d,\ \tfrac{7}{4}d,\ \tfrac{9}{4}d,\ \tfrac{11}{4}d \text{ u. s. w.}$$

wo $d$ die Länge einer Lichtwelle in der Luft bezeichnet. Nimmt man das Viertel dieser Länge zur Einheit an, so läfst sich die Dicke der Luftschicht an den Punkten der *Maxima* und *Minima* des reflectirten Lichts durch folgende Zahlen darstellen:

| | |
|---|---|
| Dunkle Ringe | 0, 2, 4, 6, 8, 10 u. s. w. |
| Helle Ringe | 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. s. w. |

Man sieht, dafs diese Einheit oder dieses Viertel einer Licht-Undulation genau die Länge ist, welche Newton *Anwandlung der Lichttheilchen* nennt. Multiplicirt man also durch vier die Werthe, welche derselbe für die sieben Hauptgattungen von einfachen Strahlen gegeben hat, so erhält man die entsprechenden Längen ihrer Undulationen. Auf diese Art findet man dieselben Resultate, wie wenn man die Undulationslängen aus der Messung der von zwei Spiegeln erzeugten Fransen oder aus andern Diffractionserscheinungen ableitet. Diese numerische Identität, welche Hr. Young zuerst bemerkt hat, setzt die farbigen Ringe mit der Diffraction des Lichts in eine innige Beziehung, welche früher den von dem Emissionssysteme geleiteten Physikern entgangen war, und nur durch die Undulationstheorie nachgewiesen werden konnte.

Aus Hrn. Arago's Versuche über die Verschiebung, welche die durch Interferenz zweier Lichtbündel erzeugten Fransen erleiden, wenn einer derselben durch eine dünne Lamelle gegangen ist *), haben wir ersehen, dafs die Lichtwellen in dieser Lamelle verkürzt werden, und zwar in dem Verhältnifs, worin beim Uebergange des Lichts aus der Luft in die Lamelle, der Sinus der Refraction zu dem der Incidenz steht. Dieser Satz ist von allgemeiner Gültigkeit, und erstreckt sich auf alle

*) Dies. Ann. Bd. 81. S. 248. *P.*

brechenden Körper von jeglicher Art. So z. B. verhält sich die Länge der Lichtwellen in Luft, zu der Wellenlänge im Wasser, wie der Sinus des Einfallswinkels der Strahlen, die in schiefer Richtung aus Luft in Wasser übergehen, zu dem Sinus ihres Brechungswinkels. Wenn man folglich zwischen die beiden einander berührenden Gläser, welche die farbigen Ringe zeigen, Wasser bringt, und also die Luftschicht durch eine Schicht Wasser ersetzt, worin die Lichtwellen in dem angegebenen Verhältnisse kürzer sind, so wird die Dicke der beiden Schichten an den Punkten, wo sie die nämlichen Ringe reflectiren, in demselben Verhältnisse stehen, wie der Sinus der Incidenz zum Sinus der Refraction beim Uebergange des Lichts aus Luft in Wasser.

Genau dasselbe Resultat hat Newton durch Beobachtung erhalten, als er die Durchmesser der in beiden Fällen erzeugten Ringe verglich, woraus er durch den Calcul die entsprechenden Dicken herleitete. Diese merkwürdige Beziehung zwischen den Erscheinungen der Diffraction, der Refraction und der farbigen Ringe, die sich bei der Emissionshypothese an nichts anschliefst, hätte nach der Undulationstheorie vorhergesagt werden können, da nach ihr die Winkel der Incidenz und Refraction nothwendig den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten oder den Längen der Lichtundulationen in beiden Mitteln gleich ist, wie wir es bald bei Erklärung der Refractionsgesetze beweisen werden.

Nachdem Hr. Young die Bildung der reflectirten Ringe durch die Interferenz der an der ersten und zweiten Fläche der Luftschicht reflectirten Strahlen erklärt hatte, zeigte derselbe, dafs die, weit schwächeren, Ringe, welche man beim Hindurchsehen erblickt, daraus entstehen, dafs sich die direct hindurchgehenden Strahlen mit denen, welche erst nach zweimaliger Reflexion hinaustreten, interferiren, und dafs sie folglich die complementären zu den reflectirten Ringen sind, was auch mit der

Erfahrung übereinstimmt. Wir halten es für überflüssig, diese Erklärung weiter zu entwickeln, da sie der vorgehenden durchaus ähnlich ist. Wir bemerken hier blofs, dafs die ungemeine Schwäche der durchgelassenen Ringe bei senkrechter Incidenz, davon herrührt, dafs die beiden Wellensysteme, durch welche sie erzeugt werden, sehr an Intensität verschieden sind.

Wir werden die reflectirten Ringe nicht weiter bei schiefen Incidenzen behandeln, sondern begnügen uns, zu sagen, dafs es die Theorie erklärt, weshalb deren Durchmesser mit der Schiefe wächst, und dafs die aus ihr abgeleitete Formel die Thatsachen mit Genauigkeit darstellt, wenigstens so lange, als die Schiefen nicht sehr grofs sind. Wenn die Strahlen, welche in die Luftschicht eindringen, sehr geneigt sind, so stimmen die Resultate der Rechnung nicht mehr mit den Messungen von Newton überein. Allein, wahrscheinlich rührt diese Anomalie davon her, dafs die gewöhnlichen Gesetze der Refraction, nach denen die Formel berechnet ist, bei einem sehr geneigten Durchgange der Strahlen zwischen zwei so nahe liegenden Flächen einige Abänderungen erleiden.

Wir haben bis jetzt nur die von einfachem Licht erzeugten Ringe betrachtet; es ist aber leicht daraus abzunehmen, was beim weifsen Licht geschehen wird. Die Schlüsse sind denen ähnlich, welche wir früher bei den Fransen in dem Versuche mit zwei Spiegeln gemacht haben. Man findet überdiefs diese Analyse des Phänomens mit der gröfsten Ausführlichkeit in der Optik von Newton auseinandergesetzt, der zuerst gezeigt hat, dafs die durch das weifse Licht erzeugten Erscheinungen immer hervorgehen aus dem Vereine der verschiedenen Wirkungen der farbigen Strahlen, aus denen jenes zusammengesezt ist.

### Von der Reflexion.

Durch einen von dem Stofse elastischer Körper hergenommenen Vergleich, haben wir gezeigt, wie an der

Berührungsfläche zweier Mittel von verschiedener Dichte, ein Theil der vibratorischen Bewegung reflectirt, und der andere Theil durchgelassen und in dem zweiten Mittel fortgepflanzt wird *). Wir haben dadurch erklärt, wie das Licht, bei seiner Ankunft an der Oberfläche eines durchsichtigen Körpers in zurückgeworfene und durchgelassene Strahlen getheilt wird; aber wir haben noch keine Rechenschaft von den Gesetzen gegeben, denen ihre Richtungen unterworfen sind. Diefs wollen wir gegenwärtig versuchen, und dabei die Erklärung auf die einfachsten Betrachtungen zurückführen. Die etwas complicirten Entwickelungen, die zu einem ganz allgemeinen und strengen Beweise erforderlich sind, mögen hier der Kürze aufgeopfert werden.

Es seyen (Taf. III. Fig. 1.) $ED$ und $FG$ zwei einfallende Strahlen, und zwar ausgegangen von einem und demselben Undulationscentrum, welches ich als unendlich entfernt annehme, so dafs diese Strahlen unter sich parallel sind. $AB$ sey die reflectirende Ebene. Durch den Punkt $G$ ziehe man die gerade $GI$ senkrecht gegen die Strahlen $ED$ und $FG$; diefs wird die Richtung der einfallenden Welle seyn, im Augenblicke wo sie in $G$ die reflectirende Fläche trifft. Nach dem Huygh en'schen Satze können wir jeden durch diese Welle successiv erschütterten Punkt, wie $G$ und $D$, als Erschütterungsmittelpunkte betrachten, welche, wenn sie isolirt wirkten, nach allen Seiten Strahlen, und zwar von verschiedener Intensität aussenden würden. Es wäre ohne Zweifel sehr schwierig das Gesetz zu entdecken, nach welchem ihre Intensität rings um den strahlenden Punkt

*) Man kann über diesen Gegenstand die schöne Abhandlung des Hrn. Poisson über die Reflexion der Wellen an der Berührungsfläche zweier elastischen und an Dichte ungleichen Mittela zu Rathe ziehen; man findet daselbst einen strengen Beweis dieses allgemeinen Satzes.

sich änderte, aber glücklicherweise haben wir es nicht nöthig. Denn wie auch dieses Gesetz beschaffen seyn mag, so ist doch klar, dafs diejenigen partiellen, von $G$ und $D$ ausgehenden Strahlen, welche parallele Richtungen haben, sich durchaus unter gleichen Umständen befinden, und also gleiche Intensität und in der Occillationsbewegung gleiche Richtung haben müssen. Dieser Satz reicht nun hin, um zu beurtheilen, nach welcher Richtung sich die Schwingungen, die aus der Vereinigung der partiellen Strahlen hervorgehen, fortpflanzen können. Betrachten wir nämlich die reflectirte Welle in einem Abstand $AB$, der gegen die Strecke $GD$ und gegen ähnliche Strecken derselben Ordnung unendlich grofs ist; und seyen $GK$ und $DL$ zwei reflectirte Elementar-Strahlen, die gegen einen nämlichen Punkt dieser Welle gerichtet sind; sie werden wegen der grofsen Entfernung dieser Welle einander parallel seyn. Man nehme an, der Winkel $KGB$ sey gleich dem Winkel $EDA$. Es ist klar, dafs die Schwingungen, welche durch die Strahlen $GK$ und $DL$ im Punkte ihres Zusammentreffens herbeigeführt werden, in vollkommenem Accorde stehen. Denn, wegen der Gleichheit jener Winkel wird, wenn man vom Punkte $D$ eine Senkrechte $DC$ auf $GH$ fällt, das Dreieck $GCD$ dem Dreieck $IDG$ gleich seyn, folglich auch $GC$ gleich $ID$. Nun ist $ID$ die Strecke Weges, die der einfallende Strahl $ED$ mehr als der Strahl $FG$ durchlaufen hat, um zur Oberfläche zu gelangen; und $CG$ ist die Strecke Weges, welche der in $G$ reflectirte Strahl mehr als der in $D$ reflectirte durchlaufen mufs, um zu dem Punkte des Zusammentreffens zu gelangen; mithin haben sie, wenn sie hier angelangt sind, in Summa einen Weg von gleicher Länge zurückgelegt, und folglich schwingen sie hier in Uebereinstimmung.

Dieſs ist aber nicht mehr der Fall, wenn die Richtung der Elementar-Strahlen $Gk$ und $Dl$, welche auch, wie

ich annehme, gegen einen unendlich entfernten Punkt gerichtet sind, mit der Oberfläche einen Winkel machen, der nicht mehr gleich $EDA$ ist. Denn da alsdann die Strecke $Gc$, zwischen dem Punkte $G$ und dem Fufs der Senkrechten $Dc$ nicht mehr gleich $ID$ ist, so sind auch die Wege, welche die Strahlen durchlaufen, um zum Punkte ihres Zusammentreffens zu gelangen, nicht mehr gleich, und die Schwingungen in diesem Punkte müssen mehr oder weniger in Discordanz stehen. Nun kann man immer den Punkt $G$ in einem solchen Abstande vom Punkte $D$ nehmen, dafs der Unterschied zwischen $CG$ und $ID$ einer halben Undulation gleich sey; diefs wird, im Punkte des Zusammentreffens, zwischen den nach $Gk$ und $Dl$ reflectirten Vibrationen eine vollständige Discordanz bewirken, und da sie überdiefs von gleicher Intensität sind, so werden sie gegenseitig zerstört, folglich wird nach dieser Richtung hin kein Licht fortgepflanzt.

So wahr ist es, dafs in diesem Fall der Elementar-Strahl $Dl$ durch den vom Punkte $G$ kommenden neutralisirt wird, dafs wenn man die letzteren, oder die Strahlen, welche ihm nahe genug liegen, um gleichfalls die Schwingungen des Strahles $Dl$ vernichten zu können, fortnimmt, dieser Strahl wieder zum Vorschein kommt. Die verschiedenen in $D$ reflectirten Strahlen können um so mehr divergiren, je beschränkter die Erstreckung der reflectirenden Ebene auf jeder Seite dieses Punktes ist. denn der Elementar-Strahl $G'k'$, welcher von dem mit $G$ in gleichem Abstande von $D$ liegenden Punkte $G'$ ausgeht, vernichtet im Punkte des Zusammentreffens eben, so gut wie der Strahl $Gk$ die Schwingungen des Strahles $Dl$. Die allgemeine Art, sich die gegenseitige Zerstörung der Elementar-Strahlen vorzustellen, besteht darin, dafs man annimmt, jeder intermediäre Strahl $Dl$ werde durch die Hälfte (der Intensität nach) des Strahles $Gk$ und durch die Hälfte des Strahles $G'k'$ zerstört. Die übrigbleiben-

den Hälften dieser Strahlen wiederum durch die Hälften der folgenden Strahlen, und so fort *).

*) Wenn man demnach die Oberfläche des Spiegels in eine Reihe Portionen, wie $DG'$, $G'G''$ u. s. w. von gleicher Gröfse mit $GD$ theilt, so werden von den in den Punkten $G$, $D$, $G'$, $G''$ reflectirten Strahlen diejenigen, welche nach einem und demselben, sehr entfernten Punkt gerichtet und folglich unter einander parallel sind, zu je zwei um eine halbe Undulation in ihrem Gange verschieden seyn. So z. B. wird an den gemeinschaftlichen Punkt der Strahl $Gk$ um eine halbe Undulation gegen den Strahl $Dl$ voraus seyn, dieser wieder um dieselbe Gröfse gegen den Strahl $G''k$, und so weiter. Aus demselben Grunde wird der mitten von $CD$ ausgehende Strahl in völliger Discordanz stehen mit dem mitten von $DG'$ ausgesandten, und dieselbe Discordanz wird gleichfalls zwischen den, an allen entsprechenden Punkten der Intervalle $GD$ und $DG'$ reflectirten Strahlen statt finden. Eben so werden alle in den verschiedenen Punkten von $DG'$ reflectirten Strahlen in völliger Discordanz stehen, mit denen, welche in den correspondirenden Punkten von $G'G''$ reflektirt werden u. s. w. Da nun die Intervalle $GD$, $DG'$, $G'G''$ u. s. w. unter sich gleich sind, so wird die Menge der von ihnen reflectirten Strahlen auch gleich seyn. Man kann also annehmen, dafs jeder Bündel von Elementar-Strahlen, welcher nach dieser Richtung von irgend einem Intervall $DG'$ reflectirt wird, zerstört werde durch die Hälfte (der Intensität nach) der Strahlen des vorhergehenden und nachfolgenden Bündels. Ist die Oberfläche begränzt und schliefst sie eine gerade Anzahl von Intervallen ein, so stehen die übrigbleibenden Hälften der äufsersten Strahlen, im Punkte des Zusammentreffens, in vollständiger Discordanz zu einander. Sie zerstören sich hier also gegenseitig, und es wird kein Licht nach dieser Richtung reflectirt. Wenn aber die Zahl der Intervalle ungerade ist, so wird das nach dieser Richtung reflectirte Licht, möglichst ungeschwächt seyn, da die übrigbleibenden Hälften der äufsersten Strahlen sich im völligen Accorde befinden. Es ist jedoch zu bemerken, dafs in diesem Falle, das nach der Richtung $Gk$ gebeugte Licht, weit schwächer ist als das nach der Richtung $GK$ reflectirte Licht, weil alle von der Oberfläche ausgehende Strahlen im ersten Punkte des Zusammentreffens gleiche Wege durchlaufen haben und sich in ihrer Wirkung addiren. Alle diese Folgerungen aus der Theorie werden durch die Erfahrung bestätigt.

Um begreiflich zu machen, wie ungemein schnell das Licht

Es ist leicht diese Folgerungen aus der Theorie durch einen Versuch zu bestätigen. Man lasse, in einem dunklen Zimmer, die Strahlen eines leuchtenden Punktes auf einen Metallspiegel oder auf einen an der Hinterseite geschwärzten Glasspiegel fallen, deren obere Fläche man mit einem recht matten Schwarz überzogen hat, bis auf einen etwas langen und sehr schmalen Raum, den zwei unter einem sehr scharfen Winkel gegen einander geneigte Linien einschliefsen, so dafs dieser reflectirende Raum bis zum Punkte des Zusammentreffens seiner Ränder an Breite abnimmt. Entfernt man sich nun hinlänglich von dem Spiegel, und fängt das reflectirte Licht mit einer weifsen Pappscheibe auf, oder beobachtet es direct mit einer Loupe, so bemerkt man, dafs der Lichtbündel, welcher nahe am Scheitel des Winkels reflectirt wird, weit breiter ist als der, welcher vom entgegengesetzten Ende herkommt, und dafs folglich die reflectirten Strahlen um so stärker divergiren, je schmäler der reflectirende Raum ist.

Diese Art, die Reflexion zu betrachten, erklärt nicht blofs, weshalb, wenn die Fläche schmal oder unterbrochen ist, die Strahlen in ihrem Gange von dem gewöhnlichen Gesetze der Gleichheit der Incidenz- und Reflexions-Winkel abweichen, sondern sie liefert selbst die Mittel, die

abnimmt in dem Maafse als die Richtung $Gk$ sich von der des regelmäfsig reflectirten Lichtes entfernt, mufs ich noch hinzufügen, dafs, wenn man auf der Oberfläche des Spiegels nur fünf Intervallen wie $GD$ zählen könnte, die zwischen den äufsersten Strahlen Unterschiede von einer halben Undulation gäben, die Intensität des nach $Gk$ gebeugten Lichtes, nach der Theorie, nur ungefähr $\frac{1}{60}$ von der des regelmäfsig reflectirten Lichtes seyn würde. Und wie gering auch die Breite des Spiegels seyn mag, so sieht man doch, dafs sich die Richtung $Gk$ nur sehr wenig von $GK$ zu entfernen braucht, damit er fünf Intervalle wie $GD$ enthalten könne, d. h. damit der Unterschied in dem Gange der von den beiden Enden des Spiegels ausgesandten Strahlen fünf halbe Undulationen betragen könne.

die relative Intensität derselben in ihren neuen Richtungen zu berechnen. Sie hat überdiefs den Vortheil, eine klare Idee von dem zu geben, was die Politur eines Spiegels ausmacht. Wie auch schon Newton bemerkt hat, darf man die Oberfläche selbst des besten Spiegels sich nicht als völlig glatt oder als eine mathematische Ebene vorstellen, vielmehr ist es aus dem zum Poliren angewandten Verfahren sichtlich, dafs sie mit einer Unzahl kleiner Unebenheiten übersäet ist; denn das feinste Pulver, welches man zu diesem Zweck verwendet, kann sie nur nach allen Richtungen ritzen, und diese Ritzen sind blofs durch ihre ungemeine Zartheit unwahrnehmbar. Aber welchen Grad von Feinheit müfsen sie haben, damit das Licht regelmäfsig reflectirt werden kann? — Diefs läfst sich leicht aus der Erklärung ableiten, welche wir von dem gewöhnlichen Reflexions-Gesetze gegeben haben.

Denn, wenn die Punkte $G$ und $G'$ (Taf. III. Fig. 1.), statt genau in der mathematischen Ebene $ADB$ zu liegen, sich ein wenig über oder unter dieser Ebene befinden, so entsteht dadurch in dem Gange der Strahlen $Gk$ und $G'k'$ eine kleine Verschiedenheit, welche die völlige Discordanz, in der sie sich in Bezug auf den Strahl $Dl$ befinden, ein wenig verringert. In dem besonderen Fall, dafs die Incidenz senkrecht ist, beträgt z. B. dieser Unterschied das Doppelte des Abstandes der Punkte $G$ und $G'$ von der Ebene $ADB$; wenn also dieser ein Hundertel der Länge einer Lichtwelle betrüge, so würde der durch ihn bewirkte Unterschied im Gange ein Funfzigstel einer Undulation betragen. Eine so kleine Störung der vollständigen Discordanz zwischen den Elementar-Strahlen wird aber kein merkliches Licht nach der Richtung $Dl$ erzeugen, wie man es auch mittelst der Interferenzformeln findet. Es ist also hinreichend, dafs die Höhe der Hervorragungen oder die Tiefe der Einsenkungen, in Bezug auf die Länge einer Lichtwelle, sehr klein sey, damit die Spiegelfläche nur unter

einem der Incidenz gleichem Winkel merklich Licht reflectire. Wenn z. B. die gröfsten Unebenheiten kein Hundertel einer Undulation, welche für die gelben Strahlen 5 oder 6 Zehntausendstel eines Millimeters beträgt, übersteigen, so wird der Spiegel eine sehr schöne Politur besitzen.

Hier bietet sich eine Folgerung dar, die Beachtung verdient. Da die Undulationslängen für die verschiedenartig gefärbten Strahlen, aus denen das weifse Licht besteht, ungleich sind, so begreift man, dafs die Unebenheiten der Fläche einen solchen Grad von Kleinheit haben können, dafs sie die längsten Undulationen (die der rothen Strahlen) schon ziemlich regelmäfsig reflectiren, während sie die violetten Strahlen, deren Undulation um ein Drittel kürzer ist, noch stark zerstreuen; so dafs in einem regelmäfsig reflectirten Bilde eines weifsen Gegenstandes, das Roth und Orangefarbene vorwaltete, während das Grüne und vor allen das Blaue und Violette darin in geringerem Verhältnisse zugegen wären, woraus dann ein röthlicher Farbenton entstehen würde. Diefs wird auch durch die Erfahrung bestätigt. Anstatt das Poliren bei dem schicklichen Zeitpunkt zu unterbrechen (was ohne Zweifel sehr schwer seyn würde), nehme man einen blofs matt geschliffenen Spiegel, d. h. einen solchen, dessen Oberfläche blofs mit feinem Schmirgel abgeschliffen ist, und neige diesen Spiegel gegen die einfallenden Strahlen, bis man von dem durch Reflexion gesehenen weifsen Gegenstande ein ziemlich deutliches Bild zu erblicken anfängt. Diefs wird falb seyn, und selbst orangeroth wie die Farbe der untergehenden Sonne, sobald der Gegenstand so hell ist, dafs man nicht genöthigt wird den Spiegel zu sehr zu neigen. Die Farbe des Bildes ist übrigens dieselbe, von welcher Art auch der reflectirende Körper sey, er mag z. B. Stahl seyn oder ein grünliches Crownglas. In dem Maafse als man die Schiefe des Spiegels vermehrt, wird das Bild weifser und glän-

zender, und wenn er sich dem Parallelismus mit den einfallenden Strahlen nähert, ist die Reflexion eben so regelmäfsig und fast eben so lebhaft, als wenn er völlig polirt gewesen wäre. Man sieht, dafs in diesem Versuche die Schiefe des Spiegels dasselbe bewirkt, wie die Verringerung der Unebenheiten seiner Oberfläche. Der Grund davon ist leicht einzusehen. Die Unebenheiten stören nämlich die Regelmäfsigkeit der Reflexion nur in so fern, als sie die durchlaufenen Wege ungleich machen; und es läfst sich leicht auf geometrischem Wege erweisen, dafs diese Ungleichheiten um so kleiner werden, je gröfser die Schiefe der Strahlen ist.

### Von der Refraction.

Wenden wir jetzt auf die Refraction die Interferenzen an, durch welche wir die Gesetze der Reflexion erklärt haben.

Es sey Taf. III. Fig. 2. $AB$ die Trennungsfläche zweier Mittel, in welchen sich das Licht mit ungleicher Geschwindigkeit fortpflanzt. Ich nehme auch hier an, dafs die einfallenden Strahlen $FG$ und $ED$ von einem unendlich entfernten Gegenstande ausgehen, und folglich einander parallel seyen. Um die Schlüsse zu vereinfachen, werde ich überdiefs nur die Wirkungen derjenigen Elementarstrahlen untersuchen, welche, in Bezug auf das Intervall $GD$, oder auf andere Gröfsen derselben Ordnung, in einem unendlich grofsen Abstande von $AB$ gebrochen werden. Durch den Punkt $G$ ziehe ich $GI$ senkrecht gegen die einfallenden Strahlen; dann wird $GI$ die Richtung der einfallenden Welle seyn, oder, mit anderen Worten, die correspondirenden Undulationsbewegungen der beiden einfallenden Strahlen werden in $G$ und in $I$ gleichzeitig anlangen. $ID$ ist also die Strecke, welche der Strahl $ED$ mehr als der andere durchlaufen mufs, um zur Oberfläche zu gelangen. Betrachten wir eben so die beiden gebrochenen Elementar-Strahlen, welche von

den Punkten $G$ und $D$ ausgehen, und in den Richtungen $GK$ und $DL$ auf einen und denselben unendlich entfernten Punkt stofsen, so wird, wenn man die Senkrechte $DM$ zieht, $GM$ die Strecke Weges seyn, welche, von der Oberfläche ab, der Strahl $GK$ mehr als der andere durchlaufen mufs, um den Punkt des Zusammentreffens zu erreichen. Die beiden Strahlen werden also hier gleichzeitig eintreffen, wenn das Licht die Strecke $GM$ in demselben Zeitraum durchläuft wie die Strecke $ID$. Es ist klar, dafs hiezu die beiden Wege in demselben Verhältnisse stehen müssen wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten oder die Undulationslängen des Lichts in beiden Mitteln. Bezeichnet man demnach mit $d$ und $d'$ die Undulationslängen in dem ersten und zweiten Mittel, so wird man die Proportion haben $GM:DI::d':d$. Nimmt man aber $GD$ als Radius, so wird $GM$ der Sinus des Winkels $GDM$ seyn, und $ID$ der Sinus des Winkels $IGD$. Nun ist $IGD$ gleich dem Einfallswinkel $IDP$, und $GDM$ gleich dem Brechungswinkel $QDL$, folglich mufs sich der Einfallswinkel zum Brechungswinkel verhalten wie $d'$ zu $d$, wenn die gebrochenen Elementar-Strahlen, welche wir betrachten, im Punkte des Zusammentreffens in völligem Accorde stehen sollten. Und da diese Bedingung alsdann auch für alle übrigen Elementar-Strahlen, die von den verschiedenen Punkten der Fläche $AB$ ausgehen, und sich in demselben Punkt vereinigen, erfüllt ist, so werden daselbst alle ihre Undulationen einander decken und sich gegenseitig addiren. Dieſs geschieht nicht mehr bei den andern Elementar-Strahlen $Gk$ und $Dl$, welche zwar auch auf einen sehr entfernten Punkt gehen, aber in einer andern Richtung. Denn da alsdann $Gm$ gröfser oder kleiner als $GM$ ist, so wird diese Strecke nicht mehr in demselben Zeitraum wie $ID$ durchlaufen, und daraus entsteht in dem Gange des einen Strahls beziehungsweise zu dem des andern eine Verzögerung. Nun kann man aber $G$ immer in einem solchen

Abstande von $D$ nehmen, dafs der Unterschied im Gange immer genau einer halben Undulation gleich ist; woraus erhellt, dafs es für jeglichen Elementar-Strahl $Dl$, der sich von der Richtung $DL$ entfernt, immer einen andern, nach demselben Punkt gerichteten Strahl $Gk$ giebt, der von ihm um eine halbe Undulation abweicht. Nach welchem Gesetze nun aber auch die Intensität der Elementar-Strahlen, welche jede der in $G$ und $D$ erregten Erschütterungen nach allen Richtungen aussendet, sich, im Fall dafs sie isolirt wirken, verändern mögen; so ist doch klar, dafs, da für alle Vibrations-Reihen, die sich nach den parallelen Strahlen $Dl$ und $Gk$ fortpflanzen, die Umstände durchaus ähnlich sind, ihre Intensitäten und die Richtungen ihrer Oscillationsbewegungen es ebenfalls seyn werden. Da nun diese Vibrationen um eine halbe Undulation in ihrem Gange verschieden sind, so werden sich ihre Bewegungen gegenseitig zerstören *).

*) Nicht blofs diese Bewegungen sind es, die sich gegenseitig aufheben, sondern auch die Condensationen und Dilatationen, von denen sie begleitet sind, und wirklich, da in der ursprünglichen Bewegung alles symetrisch und gleich zwischen den Gröfsen von entgegengesetzten Zeichen ist, so mufs zwischen den von ihr abstammenden Elementar-Wellen dasselbe statt finden. Diese Gleichheit ist hinreichend, damit alle Gröfsen von entgegengesetztem Zeichen, positive und negative Geschwindigkeiten, Condensationen und Dilatationen, sich gegenseitig vernichten, wenn die positiven Gröfsen den negativen entsprechen, oder, mit andern Worten, wenn die beiden sich interferirenden Wellensysteme in ihrem Gange um eine halbe Undulation verschieden sind.

Wie bei der Reflexion, bemerken wir hier, dafs wenn die Fläche $AB$ nicht unbegränzt ist, stets von den ihren Rändern nahe liegenden Punkten Elementar-Strahlen ausgehen, die nicht völlig zerstört werden, wenigstens dann, wenn in der Richtung $DL$, die wir betrachten, die Intervalle wie $GD$, die einem Unterschiede von einer halben Undulation zwischen den äufseren Strahlen entsprechen, nicht in gerader Anzahl auf der Erstreckung dieser Fläche vorhanden sind. Allein wie schmal sie auch seyn mag, so ist doch das von ihren Rändern kommende,

Man sieht also, dafs in dem zweiten Mittel die Lichtvibrationen sich nur in einer solchen Richtung zeigen können, dafs der Sinus des Brechungswinkels sich zu dem des Einfallswinkels verhält wie $d'$ zu $d$.

Wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts in jedem Mittel nach allen Richtungen dieselbe bleibt, so bleibt auch das Verhältnifs von $d$ zu $d'$, und folglich auch das des Sinus des Einfalls- und Brechungswinkel constant, und das Licht gehorcht dem bekannten Gesetze der gewöhnlichen Refraction. Es giebt aber Substanzen, in denen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit der Richtung der Strahlen veränderlich ist, und alsdann werden die, welche diese Einwirkung erleiden, nicht auf dieselbe Weise gebrochen.

Die Beziehung, welche wir so eben zwischen dem Sinus der Incidenz und Refraction gefunden haben, stimmt, wie man sieht, vollkommen mit Hrn. Arago's Versuche überein, welcher zeigt, dafs die Länge der Lichtundulationen in zwei verschiedenen Mitteln sich zu einander verhalten, wie der Sinus der Incidenz zu dem der Refraction bei dem Uebergange des Lichts aus dem einen Mittel in das andere. Diese Beziehung erklärt zugleich, weshalb die Dicken der Luft- und Wasserschicht, welche dieselben Farbenringe reflectiren, sich zu einander verhalten wie der Sinus der Incidenz und Refraction, bei dem Uebergange des Lichts aus Luft in Wasser.

Verallgemeinert man die Betrachtungen, welche wir so eben für den besondern Fall, dafs die Fläche stetig und unbegränzt sey, zur Erklärung des gewöhnlichen Refractions-Gesetzes angewandt haben; so kann man mit denselben Formeln, welche auf die Diffractions-Erschei-

gebeugte Licht weit schwächer, als das, welches regelmäfsig reflectirt wird.

Hinsichtlich der ausführlichen Entwicklung verweisen wir auf die Noten zur Abhandlung über die Diffraction, die in den *Memoires de savans etrangers* bekannt gemacht werden wird (auch für sich bereits erschienen ist. *P.*)

nungen anwendbar sind, die weit verwickelteren Gesetze bestimmen, welche die gebrochnen Strahlen im Falle einer Discontinuität oder geringen Breite der Fläche befolgen, und man gelangt dadurch immer zu erfahrungsgemäfsen Resultaten. Diefs beweist zugleich die Richtigkeit und Allgemeinheit des Huyghen'schen Satzes und des Interferenz-Gesetze, auf welchen diese ganze Theorie beruht.

Ich kann diese kurze Auseinandersetzung der Refraction nicht beschliefsen, ohne noch einige theoretische Ansichten über eine optische Erscheinung zu berühren, welche immer mit der Refraction verbunden ist, welche man häufig untersucht hat, und welche dennoch zu denen gehört, deren Gesetze noch am wenigsten bekannt sind. Ich spreche von der Zertheilung des Lichts beim Durchgange durch ein Prisma, welcher man den Namen der Dispersion (Farbenzerstreuung) gegeben hat, weil sie gewissermafsen die farbigen Strahlen, aus denen das weifse Licht besteht, von einander scheidet und zerstreut, indem sie diese zwingt verschiedene Richtungen einzuschlagen. Es geht aus dieser Erscheinung hervor, dafs die verschiedenartig gefärbten Strahlen nicht gleichmäfsig gebrochen werden, oder mit anderen Worten, dafs die Undulationen von verschiedener Länge sich nicht mit gleicher Geschwindigkeit in denselben Mitteln fortpflanzen. Denn es ist eine nothwendige Folge der Erklärung, welche wir von der Refraction gegeben haben, dafs das Verhältnifs zwischen dem Sinus der Incidenz und der Refraction für jede Wellenart immer gleich seyn mufs, dem Verhältnifs zwischen ihren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in den beiden Mitteln; so dafs wenn die verschiedenen Strahlen diese Mittel mit gleicher Geschwindigkeit durchliefen, sie auch gleichmäfsig gebrochen würde, und keine Dispersion statt fände. Man mufs also annehmen, dafs in den brechenden Mitteln die Wellen von verschiedener Länge sich nicht mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen, oder, mit

andern Worten, dafs sie nicht in demselben Verhältnisse verkürzt werden. Diese Folgerung scheint im ersten Augenblick in Widerspruch zu stehen mit den Resultaten der tiefen analytischen Untersuchung des Hrn. Poisson über die Fortpflanzung der Schallwellen in elastischen Mitteln von verschiedener Dichte. Indefs mufs man bemerken, dafs seine allgemeinen Formeln auf der Hypothese beruhen, dafs jede unendlich dünne Schicht des Fluidums nur von der sie berührenden Schicht zurückgestofsen werde, und dafs also die accelerirende Kraft sich, in Bezug auf die Länge einer Undulation, nur auf unendlich kleine Entfernungen erstrecke. Diese Hypothese ist ohne Zweifel ganz zulässig für die Schallwellen, von denen die kürzesten noch eine Länge von einigen Millimetern besitzen; allein für die Lichtwellen, von denen die längsten noch nicht ein Tausendstel eines Millimeters lang sind, könnte sie ungenau werden. Es ist sehr möglich, dafs der Wirkungskreis der accelerirenden Kraft, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts in einem brechenden Mittel bedingt, oder die gegenseitige Abhängigkeit der Theilchen, aus denen dieses besteht, sich auf Entfernungen erstreckt, die nicht unendlich klein sind gegen ein Tausendstel eines Millimeters. Diefs widerspricht nicht den Ideen, welche uns die Erfahrung von der Kleinheit dieser Wirkungkreise giebt. Nun ist es leicht aus der Mechanik zu ersehen, dafs, wenn der Wirkungskreis der accelerirenden Kräfte sich wirklich, in Bezug auf die Länge der Lichtwellen, auf merkliche Entfernungen erstreckt, die längeren Wellen bei ihrem Durchgange durch dichte Mittel weniger verzögert oder verhältnifsmäfsig weniger verkürzt, folglich auch weniger gebrochen werden müssen, als die kürzeren Wellen. Diefs würde mit der einzigen allgemeinen Regel übereinstimmen, welche die Erfahrung bis jetzt beider Erscheinung der Dispersion entdeckt hat.

Wie dem auch sey, die Thatsachen beweisen, dafs die Lichtwellen von ungleicher Länge sich in denselben brechenden Mitteln mit verschiedener Geschwindigkeit fortpflanzen, nach veränderlichen Verhältnissen, deren Gesetze noch gänzlich unbekannt sind, und die auf eine sehr innige Art von der chemischen Natur der Körper abzuhangen scheinen. Sollte die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der verschiedenen Strahlen an sich in reinem Aether, wie er die Himmelsräume erfüllt, auch einige Unterschiede zeigen? — Diefs ist eine Frage, die sich mit Gewifsheit schwer beantworten läfst, durch die astronomischen Beobachtungen des Hrn. Arago aber nicht bejaht zu werden scheint.

### Von der doppelten Refraction und der Polarisation.

Wenn man einen Lichtbündel auf eine der natürlichen Flächen eines Kalkspath-Rhomboëders fallen läfst, so theilt er sich in diesem in zwei Bündel, welche verschiedene Wege einschlagen, und dadurch von Gegenständen, die durch das Rhomboëder gesehen werden, zwei Bilder darbieten. Man hat diesen Erscheinungen, so wie allen ähnlichen, welche andere Krystalle zeigen, wenn man sie zur deutlicheren Trennung der Bilder zu Prismen schleift, den Namen doppelte Strahlenbrechung gegeben.

Diese Spaltung des Lichts ist indefs nicht die einzige merkwürdige Thatsache, welche sich bei der doppelten Strahlenbrechung zeigt. Jeder der Bündel, in welche sich die einfallenden Strahlen zertheilen, besitzt besondere Eigenschaften, wodurch eine Verschiedenheit in ihren Seiten auftritt. Um hier die Erscheinungen mit Genauigkeit zu beschreiben, ist es nöthig, die üblichen Ausdrücke zu gebrauchen und kennen zu lernen.

In den Krystallen, bei denen die Gesetze der doppelten Refraction am einfachsten sind, giebt es stets eine gewisse Richtung, rings um welche nach allen Seiten die

Erscheinungen in gleicher Weise auftreten; diese Richtung nennt man die Axe des Krystalls. Man darf sie aber nicht als eine einzige Linie betrachten; im Gegentheil lassen sich in einem Krystalle eben so viele Axen annehmen, als Linien mit dieser Richtung parallel. Aber dennoch trägt der Krystall den Namen eines einaxigen, wenn in den optischen Erscheinungen rings um die Axe eine vollkommene Aehnlichkeit da ist. Man sieht also, dafs dieser Ausdruck hier seine gewöhnliche Bedeutung verliert und synonym wird mit Richtung. Man begreift auch, dafs die Richtung der Axe von der krystallinischen Anordnung der Theilchen des Mittels abhängt, und dafs sie in Bezug auf die Flächen oder Linien des Krystalls eine bestimmte Lage haben mufs, welche immer dieselbe bleibt in dem Krystall, wie man ihn auch gegen die einfallenden Strahlen neigen mag.

Es giebt Krystalle, worin die Aehnlichkeit um die Axe nicht vorhanden ist, und wo im Gegentheil zwei besondere, mehr oder weniger gegen einander geneigte Richtungen auftreten, die ähnliche Erscheinungen zeigen, wie die, welche man nach der Axe, wenn alles um sie her ähnlich ist, beobachtet. Diese Krystalle nennt man zweiaxige. Wir werden aber nur von den einaxigen Krystallen sprechen, da deren optische Eigenschaften einfacher und leichter zu begreifen sind.

Die Ebene, welche senkrecht gegen die Fläche der Krystalle durch die Axe gelegt wird, nennt man den *Hauptschnitt*. Da es nicht unsere Absicht ist, hier alle Arten nach welchen die Lichtstrahlen in den Krystallen gebrochen werden, auseinanderzusetzen, sondern blofs ihre Fortpflanzungsart in diesen Mitteln und die optischen Eigenschaften, die sie annehmen, so setzen wir zur Vereinfachung des Raisonnements voraus, dafs die einfallenden Strahlen sämmtlich lothrecht auf den Flächen des Krystalles stehen, und folglich in der Ebene des Hauptschnitts liegen. Wenn wir ihren Gang in verschiedenen Rich-

tungen gegen die Axe studiren wollen werden wir jedesmal voraussetzen, dafs die Flächen des Ein- und Austritts senkrecht gegen diese Richtungen geschnitten sind.

Diefs angenommen, bemerkt man am kohlensauren Kalk, dessen doppelte Refraction sehr stark ist, dafs wenn auch die einfallenden Strahlen senkrecht auf der Oberfläche stehen, einer der beiden Bündel eine schiefe Richtung gegen dieselbe annimmt, während der andere, übereinstimmend mit dem gewöhnlichen Refractions-Gesetz, keine Brechung erleidet. Deshalb sagt man, dieser sey *gewöhnlich* und jener *ungewöhnlich* gebrochen, und, um sie von einander zu unterscheiden, giebt man ihnen gleiche Namen mit der Refraction, welche sie erlitten haben. So nennt man den, welcher die gewöhnliche Refraction erlitten hat, den *gewöhnlichen* Strahl, und den, welcher die ungewöhnliche Refraction erlitten hat, den *ungewöhnlichen* Strahl. Eben so giebt man den Namen *gewöhnliches* Bild demjenigen, welches durch die gewöhnlichen Strahlen hervorgebracht wird, und *ungewöhnliches* dem, welches von den ungewöhnlichen Strahlen herrührt. In andern, mit doppelter Refraction begabten Krystallen, z. B. im Bergkrystall, findet dieselbe Spaltung unter denselben Umständen statt, aber in so geringem Grade, dafs mehrere sehr dicke Platten erforderlich sind, um sie sichtbar zu machen. Es gelingt aber leicht, wenn man den Krystall so schneidet, dafs die Austrittsfläche gegen die Eintrittsfläche geneigt ist, wodurch dann die beiden Bündel nicht in paralleler Richtung mit einander hinaustreten, und, wenn man sie weit genug verfolgt, sich immer trennen. Ohne uns indefs in das Detail der Versuche einzulassen, aus welchen sich die allgemeinen Gesetze der doppelten Refraction ergeben, wollen wir blofs die Haupt resultate derselben auseinandersetzen.

Zuvor ist zu bemerken, dafs wenn die einfallenden Strahlen, wie wir annehmen, auf der Fläche des Krystalles senkrecht stehen, die Ablenkung des ungewöhnli-

chen Strahls stets in der Ebene des Hauptschnitts geschieht, und dafs folglich die Ablenkung allemal Null wird, wenn die Strahlen den Krystall parallel mit der Axe oder senkrecht gegen dieselbe durchdringen.

Die Beobachtung hat gezeigt, dafs die Strahlen, sobald sie der Axe parallel sind, nicht blofs gleiche Richtung haben, sondern auch den Krystall mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen; und dagegen, dafs wenn sie auf der Axe senkrecht stehen, ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit verschieden ist, obgleich sie noch denselben Weg zusammen gehen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der gewöhnlichen Strahlen ist nach allen Richtungen gleich, und eben deshalb folgen diese den gewöhnlichen Gesetzen der Refraction. Die Geschwindigkeit der ungewöhnlichen Strahlen dagegen ist veränderlich nach dem Winkel, den sie mit der Axe machen. Diese Geschwindigkeit leitet man im Undulationssysteme, wie im Emissionssysteme, von der Brechung ab, welche die Strahlen, unter schiefen Incidenzen, bei ihrem Ein- und Austritt erleiden, wodurch man das Verhältnifs des Sinus der Incidenz zu dem der Refraction findet. Die Versuche über den Kalkspath von Huyghens, Wollaston und Malus, und die zahlreichen Beobachtungen über den Bergkrystall von Biot, welcher dabei die Winkelmessungen der doppelten Strahlenbrechung auf einen hohen Grad der Genauigkeit gebracht hat, beweisen, dafs der Unterschied zwischen den Quadraten der Geschwindigkeiten, mit denen sich die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen fortpflanzen, proportional ist dem Quadrate des Sinus von dem Winkel, welchen die Richtung der letzteren mit der Axe bilden, wenn man, wie es der berühmte Verfasser der Mechanik des Himmels gethan, die Geschwindigkeit im Sinne des Emissionssystems berechnet. In der Undulationstheorie sind es dagegen die Quotienten aus der Division der Eins durch dieselben Quadrate, zwischen denen diese Beziehung statt findet; denn die Geschwin-

digkeiten verhalten sich in den beiden Systemen immer umgekehrt zu einander.

Dieses wichtige Gesetz, dessen Entdeckung man dem Scharfblicke Huyghens verdankt, stellt uns gleichsam als Folgerungen die Thatsachen auf, welche wir so eben auseinandergesetzt haben. Die beiden Strahlengattungen haben nämlich in Richtung der Axe gleiche Geschwindigkeit, weil hiebei jener Sinus Null ist; und der Geschwindigkeitsunterschied wächst allmälig mit diesem Sinus, so wie die Strahlen sich von der Axe entfernen, bis sie senkrecht gegen dieselbe sind, in welcher Richtung der Unterschied sein Maximum erreicht.

Dieser Geschwindigkeitsunterschied ist in gewissen Krystallen positiv und in anderen negativ, d. h. in einigen gehen die gewöhnlichen Strahlen schneller als die ungewöhnlichen, und in anderen umgekehrt die ungewöhnlichen schneller als die gewöhnlichen. Der kohlensaure Kalk oder der Kalkspath giebt ein Beispiel vom ersten Falle, und der Bergkrystall eins vom letzen.

Dieſs ist ein kurzer Abriſs der Hauptsätze, die bei dem Gange der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen in den Krystallen vorkommen. Kehren wir jetzt zu den physischen Eigenschaften zurück, welche sie zeigen, wenn man sie nach ihrem Austritt aus dem ersten Krystall durch einen zweiten gehen läſst, der wie jener im Stande ist das Licht deutlich in zwei Bündel zu zertheilen *).

Betrachten wir nach einander jeden der beiden Bündel, welche aus dem ersten Kalkspathrhomboëder treten, und zunächst denjenigen, welcher gewöhnlich gebrochen wird. Die beiden neuen Bündel, welche dieser beim

*) Ich werde künftig den, von der Emissionstheorie entlehnten Ausdruck *Lichtbündel* gebrauchen, um damit im Allgemeinen ein Wellensystem zu bezeichnen, welches sich von andern durch seine Richtung oder nur einfach durch seine Geschwindigkeit unterscheidet.

Durchgange durch das zweite Rhomboëder erzeugt, sind nur dann von gleicher Intensität, wenn der Hauptschnitt des zweiten Krystalls einen Winkel von 45° mit dem des ersten macht. Bei jeder andern Lage haben die beiden Bündel oder die beiden Bilder, welche sie erzeugen, ungleiche Intensitäten; und das eine von ihnen verschwindet sogar gänzlich, wenn der Hauptschnitt des zweiten Rhomboëders dem des ersten parallel ist oder auf ihm senkrecht steht. Wenn er jenem parallel ist, verschwindet das ungewöhnliche Bild, und zugleich erlangt das gewöhnliche Bild das Maximum seines Glanzes; steht aber der Hauptschnitt des zweiten Rhomboëders senkrecht auf dem des ersten, so verschwindet dagegen das gewöhnliche Bild, und das ungewöhnliche Bild erreicht sein Maximum. Der ungewöhnliche Strahl, welcher zum ersten Rhomboëder hinausgetreten ist, zeigt beim Durchgange durch das zweite, die umgekehrten Erscheinungen. Sein gewöhnliches Bild wird Null, wenn der Hauptschnitt des zweiten Krystalls dem des ersten parallel ist; und es erreicht dagegen sein Maximum, wenn der Hauptschnitt des zweiten Krystalls senkrecht auf dem des ersten steht, wobei zugleich das ungewöhnliche Bild verschwindet.

Man sieht also, dafs jeder, durch eine der beiden Refractionen des ersten Krystalls erzeugte Lichtbündel, sich im Allgemeinen zwischen den beiden Refractionen im zweiten Krystalle theilt, aber in ungleiche Theile, wenn nicht der Hauptschnitt des zweiten Krystalls einen Winkel von 45° mit dem des ersten macht; dafs er nur eine einzige Refraction in dem zweiten Krystall erleidet, wenn dessen Hauptschnitt dem des ersten parallel ist oder senkrecht auf ihm steht, und dafs diese neue Refraction in dem ersten Falle von gleicher, in dem zweiten aber von entgegengesetzter Art ist.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, dafs die beiden, durch die doppelte Refraction erzeugten Bündel nicht ingsum ihre Richtung dieselben optischen Eigenschaften

besitzen, weil sie bald die gewöhnliche, bald die ungewöhnliche Refraction erleiden, je nachdem der Hauptschnitt des zweiten Krystalls parallel einer gewissen Ebene oder senkrecht gegen dieselbe ist. Wenn man also senkrecht gegen die Strahlen gerade Linien nach diesen Ebenen zieht, und man annimmt, dafs sie von dem Wellensystem bei seinem Gange fortgeführt werden, so zeigen sie die beiden Richtungen an, in welchen die Strahlen entgegengesetzte optische Eigenschaften darbieten.

Malus hat dieser sonderbaren Modification des Lichts den Namen Polarisation gegeben, und zwar nach einer Hypothese, die Newton erdacht hat, um das Phänomen zu erklären. Dieser grofse Mathematiker nämlich nahm an, dafs die Lichttheilchen zwei Arten von Polen oder vielmehr von Seiten hätten, die mit verschiedenen physischen Eigenschaften versehen wären; dafs in dem gewöhnlichen Lichte die Seiten derselben Art an den verschiedenen Lichttheilchen nach allen möglichen Richtungen lägen; dafs aber durch die Wirkung des Krystalls die einen parallel dem Hauptschnitt und die andern senkrecht gegen denselben gedreht würden, und dafs die Refractionsart, welche die Lichttheilchen erleiden,davon abhange, nach welcher Richtung ihre Seiten in Bezug auf den Hauptschnitt gedreht worden seyn. Man begreift, dafs sich wirklich nach dieser Hypothese die Thatsachen darstellen lassen. Ohne mich darauf einzulassen, diese durchzugehen und die Schwierigkeiten, ich möchte sagen, die Widersprüche, zu welchen sie bei einer tieferen Untersuchung führt, zu erweisen, bemerke ich blofs, dafs sich die Verschiedenheit, welche die beiden durch die doppelte Refraction getrennten Bündel nach rechtwinklichen Richtungen in ihren optischen Eigenschaften zeigen, auch durch die Annahme erklären läfst, dafs in den Wellen *transversale* Bewegungen statt finden *), die nach den beiden Rich-

*) Transversale Oscillationsbewegungen der Aethertheilchen nenne ich diejenigen, welche senkrecht gegen die Richtung der Strahlen vollführt werden.

tungen nicht dieselben seyen. Entsagen wir indefs für jetzt jeder theoretischen Ansicht, und folgen dem Studium der Thatsachen.

Nicht blofs bei seinem Durchgange durch einen Krystall, der es in zwei deutliche Bündel theilt, erhält das Licht diese sonderbare Modification, vielmehr kann es schon durch blofse Reflexion an der Oberfläche durchsichtiger Körper polarisirt werden, wie es Malus zuerst entdeckt hat. Läfst man auf ein unbelegtes Spiegelglas einen Bündel directen Lichtes unter ungefähr einen Winkel von 35°, gerechnet von der Oberfläche, fallen, und hält man ein Kalkspathrhomboëder gegen den reflectirten Strahl, so bemerkt man, dafs die beiden Bündel, in die er beim Durchgange durch den Krystall getheilt worden ist, nur dann eine gleiche Intensität besitzen, wenn der Hauptschnitt des Rhomboëders mit der Ebene der Reflexion einen Winkel von 45° macht; und dafs, bei allen anderen Richtungen des Hauptschnitts die Intensität der Bilder ungleich ist, und zwar um so ungleicher, je mehr sich der Hauptschnitt von dem Winkel von 45° entfernt, so dafs endlich, wenn dieser der Reflexionsebene parallel ist oder senkrecht auf derselben steht, eins der beiden Bilder verschwindet, im ersten Fall das ungewöhnliche, im letzteren das gewöhnliche Bild.

Man sieht also, dafs das vom Glase unter einer Neigung von 35° reflectirte Licht sich genau so verhält, wie der gewöhnliche Lichtbündel, der aus einem Rhomboëder tritt, dessen Hauptschnitt parallel liegt mit der Reflexionsebene. Man sagt vom reflectirten Lichtbündel, *dafs er nach der Reflexionsebene polarisirt sey*, und eben so von dem aus einem Rhomboëder tretenden gewöhnlichen Strahl: *dafs er nach der Ebene des Hauptschnitts dieses Krystalles polarisirt sey.* Man mufs also auch sagen: dafs der ungewöhnliche Strahl senkrecht gegen den Hauptschnitt polarisirt sey, weil er in dieser Richtung dieselben Ei-

Eigenschaften darbietet, wie der gewöhnliche Strahl in der Ebene des Hauptschnitts.

Die vollständige Polarisation des Lichts stellt sich bei der Reflexion an einer Wasserfläche unter der Neigung von 37° ein, und überhaupt an der Oberfläche durchsichtiger Körper unter einer solchen Neigung, dafs der zurückgeworfene Strahl senkrecht steht auf dem gebrochenen. Die Entdeckung dieses merkwürdigen Gesetzes verdankt man dem Dr. Brewster. Ob es ein strenges, oder nur ein annäherndes Gesetz sey? — Diese Frage ist schwer zu entscheiden; aber die zweite Annahme scheint die wahrscheinlichere zu seyn.

Bei andern Einfallswinkeln ist die Polarisation nur partiell, d. h. man sieht beim Drehen des Rhomboëders niemals eins der Bilder völlig verschwinden. Zwar gehen sie dabei durch verschiedene Grade der Helligkeit; aber die *Minima* ihrer Intensität, welche immer denselben Richtungen des Hauptschnitts entsprechen, sind nicht mehr gleich Null. Wenn endlich die einfallenden Strahlen senkrecht auf der Fläche stehen, oder derselben fast parallel sind, so zeigt das reflectirte Bild keine Spur mehr von Polarisation, d. h. die beiden Bilder sind bei allen Lagen des Rhomboëders stets von gleicher Intensität.

Mehrere undurchsichtige Körper, die nicht sehr lichtbrechend sind, wie z. B. Marmor, schwarze Firnisse u. s. w., können den Strahlen, die sie an ihrer Oberfläche reflectiren, ebenfalls eine vollständige Polarisation mittheilen; während andere ganz oder halbdurchsichtige Körper, die sehr starke Brechkraft besitzen, wie z. B. Diamant und Spiefsglanzglas, sie niemals vollkommen polarisiren. Besonders aber sind es die Metalle, welche das von ihnen reflectirte Licht, selbst unter den günstigsten Einfallswinkeln, sehr wenig polarisiren. Auch ist zu bemerken, dafs die Incidenzen, welche dem Maximum der Polarisation entsprechen, sich um so mehr der Oberfläche nähern,

je lichtbrechender der reflectirende Körper ist; wenigstens kann man diefs aus der Menge von Licht schliefsen, die er reflectirt, wenn er wie die Metalle ganz undurchsichtig ist.

Die durchsichtigen Körper polarisiren das Licht nicht blofs durch Reflexion, sondern auch durch Refraction, und um so mehr, je stärker ihre Oberfläche gegen die Strahlen geneigt ist. Allein niemals wird auf diese Art das Licht vollkommen polarisirt, es sey denn, dafs man es successiv durch mehrere parallele Platten gehen lasse, und auch von diesen werden um so mehr erfordert, je weniger sie gegen die einfallenden Strahlen neigen. Malus, dem man die Entdeckung dieser Polarisationsart verdankt, hat gezeigt, dafs die durchgelassenen Strahlen in einer Richtung polarisirt sind, welche gegen die Polarisationsebene der reflectirten Strahlen senkrecht liegt; die ersteren nämlich sind parallel der Einfallsebene polarisirt, und die letzteren senkrecht gegen diese Ebene. Durch sinnreiche, eine sehr genaue Beobachtung gestattende Versuche hat Hr. Arago gefunden, dafs die Lichtmenge, welche an der Oberfläche eines durchsichtigen Körpers durch Reflexion polarisirt wird, immer derjenigen gleich ist, welche zugleich durch Refraction polarisirt wird. Man kann diesen Satz verallgemeinern, und sagen, dafs allemal, wenn sich das Licht in zwei Bündel zertheilt (ohne dafs eine Absorbtion statt findet) die nämliche Lichtmenge, die in dem einen polarisirt ist, sich in dem andern in senkrechter Richtung darauf polarisirt befindet.

Nachdem wir die Hauptsätze der Polarisation studirt haben, wollen wir uns jetzt mit den besonderen Erscheinungen beschäftigen, welche das polarisirte Licht darbietet, wenn man es auf die Oberfläche durchsichtiger Körper fallen läfst; auch hier ist es Malus, dem wir diese wichtigen Entdeckungen verdanken. Wir haben gesehen, dafs das Licht, welches unter einem Winkel von 35° an einem unbelegten Spiegelglase reflectirt wird, vollstän-

dig polarisirt ist. Diese Eigenschaft mufs allgemein seyn und unabhängig von den Modificationen, die das einfallende Licht etwa früher erlitten hat; und wirklich findet sich das nach irgend einer Ebene polarisirte Licht, wie das gewöhnliche Licht, nach dieser Reflexion vollständig nach der Einfallsebene polarisirt. Nun haben wir bemerkt, dafs ein polarisirter Lichtbündel bei dem Durchgange durch ein Kalkspathrhomboëder, dessen Hauptschnitt parallel oder senkrecht gegen die Polarisationsebene liegt, nur ein Bild giebt, ein gewöhnliches im ersten und ein ungewöhnliches im zweiten Fall, d. h. immer dasjenige Bild, dessen Polarisationsebene mit der seinigen zusammenfällt. Ein nach einer Ebene polarisirter Lichtbündel kann also durch unmittelbare Theilung kein senkrecht gegen diese Ebene polarisirtes Licht geben. Diesen Satz verallgemeinernd, kann man aus ihm schliefsen, dafs ein polarisirter Lichtbündel, der unter einem Winkel von 35° auf ein unbelegtes Glas fällt und zwar so, dafs die Einfallsebene senkrecht gegen seine Polarisationsebene liegt, kein nach der Einfallsebene polarisirtes Licht liefern könne, weil diese Ebene senkrecht liegt gegen seine Polarisationsebene. Nun aber sind die unter einem Winkel von 35° reflectirten Strahlen stets nach der Einfallsebene polarisirt; folglich kann der einfallende Strahl, der senkrecht gegen diese Ebene polarisirt ist, nichts bei der Reflexion geben. Diese Folgerung ist durch die schönen Versuche von Malus bestätigt worden; in dem erwähnten Falle wird das Licht nicht mehr reflectirt, sondern gänzlich durchgelassen. Wenn man aber, ohne die Neigung des Glases zu ändern, dasselbe um den einfallenden Lichtbündel dreht, so dafs die Reflexionsebene successiv nach allen Azimuthen *) gerichtet wird, so bemerkt man, dafs

*) Den Namen *Azimuth* giebt man in der Beschreibung der Polarisationserscheinungen den Winkeln, welche die durch den Lichtstrahl gelegten Ebenen nach allen Richtungen mit der ursprünglichen Polarisationsebene machen. Der Name ist aus der

das reflectirte Licht wieder zum Vorschein kommt, in dem Maafse als die Reflexionsebene sich von der Ebene, die gegen die der ursprünglichen Polarisation senkrecht steht, entfernt. Anfangs ist es sehr schwach, aber es nimmt zu, so wie die Reflexionsebene sich mehr entfernt, und, wenn diese der ursprünglichen Polarisationsebene parallel ist, erreicht es sein Maximum. Darauf nimmt das polarisirte Licht in demselben Grade wieder ab, und wird endlich abermals Null, wenn die Einfallsebene wiederum senkrecht steht gegen die ursprüngliche Polarisationsebene.

Man sieht, dafs diese Erscheinungen durchaus denen analog sind, welche wir bei jedem der beiden Bilder eines polarisirten Lichtbündels beobachtet haben, wenn dieser durch ein Kalkspathrhomboëder geht, das man umdreht. Auch hat Malus die Variationen der Intensität dieser Bilder und des reflectirten Lichtes in den beiden Fällen durch dieselbe Formel dargestellt. Nennt man $i$ den Winkel, welchen die ursprüngliche Polarisationsebene mit der Reflexionsebene macht, oder mit der Ebene, nach welcher die doppelte Refraction das beobachtete Bild polarisirt, so wird die Intensität dieses Bildes oder jenes des reflectirten Lichtes dargestellt durch $cos^2 i$, multiplicirt mit seinem Maximum der Intensität, welches wir hier zur Einheit nehmen.

Prüfen wir diese Formel für den Fall, wo der polarisirte Lichtbündel durch ein Kalkspathrhomboëder geht. Es heifse $i$ der Winkel, welchen die Polarisationsebene des gewöhnlichen Bildes, d. h. der Hauptschnitt des Krystalls, mit der ursprünglichen Polarisationsebene bildet; dann ist $90^\circ - i$ der Winkel, den letztere mit der Polarisationsebene des ungewöhnlichen Bildes macht; folglich wird $cos^2 i$ die Intensität des gewöhnlichen Bildes, und $cos^2(90^\circ - i)$ oder $sin^2 i$ die Intensität des unge-

Astronomie entlehnt, wo er die Winkel bezeichnet, welche die vertikalen, gegen verschiedene Punkte des Horizonts gerichtete Ebenen mit dem Meridian bilden.

wöhnlichen Bildes vorstellen. Wenn $i$ gleich Null ist, wird es $sin^2 i$ ebenfalls seyn, d. h. wenn der Hauptschnitt mit der ursprünglichen Polarisationsebene zusammenfällt, wird das ungewöhnliche Bild verschwinden und alles Licht in das gewöhnliche Bild übergehen, weil alsdann $cos^2 i = 1$ ist. Wenn $i = 45^0$ ist, werden $sin^2 i$ und $cos^2 i$ beide gleich $\frac{1}{2}$, und die beiden Bilder haben gleiche Intensität. Endlich, wenn $i = 90^0$ ist, hat man $sin^2 i = 1$ und $cos^2 i = 0$; dieſs will sagen, daſs das gewöhnliche Bild verschwindet und alles Licht zum ungewöhnlichen Bilde übergeht. Dieselben Erscheinungen wiederholen sich in den übrigen Quadranten. Man sieht also, daſs diese Folgerungen aus der Formel mit der Erfahrung übereinstimmen. Zum gehörigen Beweise dieser Formel, würde es nöthig seyn, sie direct für die intermediären Werthe von $i$ zu bestätigen; sie hat indeſs in diesem Fall mehrere indirecte Proben bestanden, die, obgleich nicht entscheidend, doch die Wahrscheinlichkeit für ihre Genauigkeit erhöhen. Ueberdieſs scheinen Analogie und sehr annehmbare mechanische Betrachtungen anzudeuten, daſs sie streng genau sey.

Als wir die Hauptprincipien der Wellentheorie auseinandersetzten, zeigten wir, daſs die Intensität des Lichtes gleich ist der Summe der lebenden Kräfte in einer Welle, oder einfacher, für ein und dasselbe Mittel, gleich ist der Summe der Quadrate der Geschwindigkeiten der verschiedenen Punkte einer Welle, und daſs sie folglich dargestellt werden kann durch das Quadrat des gemeinschaftlichen Coëfficienten dieser Geschwindigkeiten. So ist, da $\cos^2 i$ die Intensität des Lichts im gewöhnlichen Bilde bezeichnet, $\cos i$ der gemeinschaftliche Coëfficient der Oscillationsgeschwindigkeiten in diesem Bilde und der Ausdruck für ihre Intensität; und eben so, da $\sin^2 i$ die Intensität des Lichts im ungewöhnlichen Bilde ist, bezeichnet $\sin i$ die Intensität der Oscillationsgeschwindigkeiten in dem Wellensysteme, welches die ungewöhnliche Refraction erleidet. Wir sehen also, daſs die Zer-

legung der Oscillationsgeschwindigkeiten des ursprünglich polarisirten Lichtbündels, welcher sich bei seinem Durchgange durch den Krystall in zwei andere zerspaltet, sich genau eben so macht, als wenn seine Oscillationsbewegungen, statt den Strahlen parallel zu seyn, in einer gegen diese senkrechten Richtung, und parallel oder senkrecht gegen die Polarisationsebene ausgeführt würden, denn alsdann sind die beiden Seiten-Geschwindigkeiten ebenfalls $\sin i$ und $\cos i$ proportional, nach dem Principe der Zusammensetzung und Zerlegung der kleinen Bewegung eines Fluidums, welche sich auf gleiche Art wie die der Kräfte in der Statik bewerkstelligen lassen mufs. Das Malus'sche Gesetz scheint also anzudeuten, dafs die Oscillationsbewegungen der Aethertheilchen senkrecht gegen die Strahlen ausgeführt werden; und diese Hypothese wird noch wahrscheinlicher durch andere merkwürdige Eigenschaften des polarisirten Lichts, welche wir jetzt kennen lernen wollen.

Als ich mit Hrn. Arago die Interferenzen der polarisirten Strahlen untersuchte, fanden wir, dafs sie keinen Einflufs mehr auf einander ausüben, wenn ihre Polarisationsebenen senkrecht gegen einander sind, d. h. dafs sie alsdann keine Fransen mehr erzeugen, wenn gleich alle Bedingungen, die sonst zu deren Entstehung erfordert werden, auf das sorgfältigste erfüllt sind. Ich werde drei Hauptversuche anführen, durch welche wir diese Thatsache ausgemittelt haben, und zwar den zuerst, welcher Hrn. Arago gehört.

Dieser Versuch besteht darin, dafs wenn man zwei Lichtbündel, die von einem und demselben leuchtenden Punkte kommen und durch zwei parallele Schlitze geführt sind, durch zwei Säulen von sehr dünnen, durchsichtigen Blättchen, z. B. von Glimmer- oder Glasblättchen, gehen läfst, und diese Säulen so gegen einander neigt, dafs jeder der beiden Lichtbündel fast vollständig polarisirt wird, was geschieht, wenn man dafür sorgt, dafs

die beiden Ebenen, nach welchen man die Säulen neigt, senkrecht gegen einander sind. Dann erblickt man keine Fransen mehr, mit welcher Sorgfalt man übrigens auch, durch sorgfältiges Neigen der einen Säule, die Unterschiede in dem Gange der Lichtbündel zu compressiren versucht *). Dagegen kommen die Fransen immer wieder zum Vorschein, so wie die Einfallsebenen der Säulen nicht mehr senkrecht auf einander sind. In dem Maafse, als diese Ebenen sich von ihrem Parallelismus entfernen, werden die Fransen schwächer, und endlich verschwinden sie ganz, wenn die Ebenen unter sich rechtwinklig sind, und übrigens die Polarisation der beiden Bündel vollständig genug gewesen ist. Es folgt aus diesem Versuche, dafs die nach parallelen Ebenen polarisirten Strahlen auf einander einwirken, wie die Strahlen des nicht modificirten Lichts; dafs aber diese Einwirkung abnimmt, so wie die Polarisationsebenen gegen einander neigen, und Null wird, wenn diese unter sich senkrecht sind.

Hier einen zweiten Versuch, der zu denselben Folgerungen führt. Man nehme eine Platte Gyps **) oder Bergkrystall, die parallel mit der Axe geschnitten ist und eine recht gleichförmige Dicke hat. Man schneide sie in zwei Stücke und bringe jede Hälfte vor einen der

*) Man kann denselben Versuch auch mit dickeren, z. B. einen Millimeter dicken Glasplatten anstellen, die zum gehörigen Parallelismus ihrer Flächen mit Sorgfalt geschliffen und polirt sind, und die man darauf in zwei Stücke zerschneidet, um daraus Säulen von gleicher Dicke zu bilden. Nur mufs man dann die Säulen weit langsamer in ihrer Neigung ändern, um sicher zu seyn, dafs man keine Fransen unbemerkt vorübergehen lasse.

**) Obgleich der Gyps ein zweiaxiger Krystall ist, wie es der Dr. Brewster gezeigt hat, so haben doch die Blättchen, in die er sich natürlich zertheilt und die der Ebene der beiden Axen parallel sind, dieselbe Wirkung auf die senkrecht einfallenden Strahlen, als wenn sie nach der mittleren Richtung nur eine Axe besäfsen. Hier betrachte ich nur diese Richtung und nenne sie die Axe des Krystalls.

Schlitze, die in einem Schirm gemacht sind. Ich nehme an, man habe diese beiden Hälften so gedreht, dafs die Ränder, welche vor der Zerschneidung zusammenstiefsen, parallel geblieben sind; die Axen werden dann ebenfalls parallel seyn. In diesem Falle erblickt man in der Mitte des erhellten Raumes nur eine Gruppe von Fransen, wie vor der Zerschneidung der Platte. Wenn man aber die eine ihrer Hälften in ihrer Ebene dreht und dadurch den Parallelismus ihrer Axen stört, so entstehen zwei andere, weit schwächere Gruppen von Fransen, die eine rechts, die andere links von der mittleren Gruppe, und beide, im weifsen Lichte, vollständig von derselben geschieden, sobald die Bergkrystall- oder Gypsplatten, deren man sich bedient, nur einen Millimeter dick sind. Es ist zu bemerken, dafs die Zahl von Fransen-Breiten, um welche die Mitte einer dieser Gruppen von der Mitte der mittleren Gruppe absteht, proportional ist der Dicke der Platten, falls die Krystalle von gleicher Natur sind, oder ihre doppelte Strahlenbrechung gleiche Stärke hat, wie der Bergkrystall und der Gyps. In dem Maafse als der Winkel zwischen beiden Axen wächst, treten diese neuen Gruppen von Fransen mehr hervor, und sie erreichen endlich das Maximum ihrer Intensität, wenn die Axen der beiden Platten gegen einander senkrecht stehen. Alsdann ist die mittlere Gruppe, welche zuvor stufenweise abnahm, gänzlich verschwunden, und durch ein gleichförmiges Licht ersetzt. Hieraus mufs man schliefsen, dafs die Strahlen, welche durch ihre Interferenzen diese Gruppe erzeugten, nicht mehr fähig sind auf einander einzuwirken. Aus der Lage dieser Fransen ist leicht zu ersehen, dafs sie aus der Interferenz der Strahlen entstanden sind, die in den beiden Platten dieselbe Art von Refraction erlitten haben, weil sie dieselben mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen haben, und folglich in der Mitte des erhellten Raumes, welcher gleichen Wegen entspricht, zu gleicher Zeit erlangen müssen;

vorausgesetzt übrigens, wie es hier der Fall ist, dafs die Platten gleiche Dicke besitzen und beide senkrecht gegen die Strahlen bleiben. Die Fransen der mittleren Gruppen müssen also aus der Uebereinanderlage derjenigen gebildet seyn, welche entstehen: 1) aus der Interferenz der gewöhnlichen Strahlen der Platte zur Linken mit den gewöhnlichen Strahlen der Platte zur Rechten, 2) aus der Interferenz der ungewöhnlichen Strahlen der ersten Platte mit den ungewöhnlichen Strahlen der letzteren Platte. Die beiden seitwärts liegenden Gruppen entstehen dagegen aus der Interferenz der Strahlen, welche ungleiche Refractionen in den beiden Platten sind erlitten haben; und da es die gewöhnlichen Strahlen sind, die im Bergkrystall oder im Gyps einen schnelleren Gang haben, so sieht man, dafs bei Anwendung einer dieser Krystallgattungen, die Gruppe zur Linken aus der Vereinigung der ungewöhnlichen Strahlen der linken Platte mit den gewöhnlichen Strahlen der rechten Platte gebildet seyn mufs, und die Gruppe zur Rechten aus der Vereinigung der ungewöhnlichen Strahlen der rechten Platte mit den gewöhnlichen Strahlen der linken Platte. Diefs vorausgesetzt, handelt es sich nun darum, die Richtung der Polarisation eines jeden der sich interferirenden Lichtbündels zu bestimmen, um daraus abzuleiten, welche relative Lagen der Polarisationsebenen ihre gegenseitige Einwirkung begünstigen oder verhindern. Die Analogie deutet darauf, dafs die Polarisationsart des Lichts in den dünnen Platten dieselbe seyn müsse wie in Krystallen, die so dick sind, dafs sie das Licht in zwei deutliche Bündel theilen. Da aber diese Hypothese nicht einwurfsfrei ist, und selbst einer sinnreichen Hypothese eines unserer berühmtesten Physikers widerspricht, so werden wir sie zunächst nicht als erwiesen hinstellen, sondern uns zu einem directen Versuche wenden, um die Polarisationsebenen der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, die zu diesen Platten heraustreten, zu bestimmen.

Die Dicke dieser Platten haben wir zu einem oder zwei Millimeter angenommen. Diese Dicke ist hinreichend, um einen ihrer Ränder keilförmig zu schleifen, und durch diese prismatische Form eine Trennung der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen zu erhalten. Alsdann erkennt man, dafs sie wirklich polarisirt sind, die ersteren nach dem Hauptschnitt und die andern nach einer Richtung senkrecht darauf. Wenn man diefs noch nicht als einen hinlänglichen Beweis ansähe, dafs ihre Polarisation auch beim Austritt aus einer Lamelle mit parallelen Flächen, von gleicher Art sey, so würde man einen ferneren Beweis in den Thatsachen finden, welche wir so eben beschrieben, als wir von den durch Hrn. Arago's Versuch aufgestellten Principien ausgingen, die überdiefs völlig bestätigt werden durch die, von denen wir bald sprechen. Wenn man dagegen die Polarisationsrichtung der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen nicht mehr in Frage stellt, so wird der gegenwärtige Versuch ein zweiter Beweis von jenen Principien. In der That, lagen die Axen der Lamellen einander parallel, so waren die Strahlen, welche in diesen beiden Krystallen dieselben Refractionen erlitten hatten, nach derselben Richtung polarisirt, und die von ungleichen Refractionen, nach rechtwinkligen Richtungen; daraus erhellt, weshalb die Fransen-Gruppe in der Mitte, die von der Interferenz der gleichnamigen Strahlen herrührte, das Maximum ihrer Intensität besafs, und die beiden andern, welche aus der Interferenz der ungleichnamigen Strahlen entstanden, noch nicht zum Vorschein kamen. Als aber die Axen der beiden Lamellen einen schiefen Winkel, z. B. einen von 45°, bildeten, so konnten die ungleichnamigen und gleichnamigen Strahlen nicht gleichzeitig auf einander einwirken, weil ihre Polarisationsebenen nicht mehr rechtwinklig auf einander waren, und so entstanden die drei Gruppen von Fransen. Als endlich die Axen senkrecht auf einander zu stehen kamen, so waren

die gleichnamigen Strahlen nach rechtwinkligen Richtungen polarisirt, und die mittlere Gruppe, welche sie früher hervorbrachten, verschwand; dagegen waren die gewöhnlichen Strahlen der linken Platte alsdann parallel polarisirt mit den ungewöhnlichen Strahlen der rechten Platte, und diefs bewirkte, dafs die Gruppe zur Rechten, welche durch sie entstand, das Maximum ihrer Intensität erreichte. Dasselbe gilt von der Gruppe zur Linken; sie entstand aus der Interferenz der gewöhnlichen Strahlen der rechten Platte mit den ungewöhnlichen Strahlen der linken Platte.

Jetzt noch einen dritten Versuch, der die aus dem ersten gezogenen Folgerungen ebenfalls bestätigt. Nachdem ich ein Kalkspathrhomboëder auf zwei gegenüberliegenden Flächen, recht sorgfältig und recht parallel geschliffen, zerschnitt ich ihn senkrecht gegen diese Flächen, so dafs ich zwei Rhomboëder von gleicher Dicke erhielt, in denen die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, unter denselben Einfallswinkeln, genau denselben Gang haben mufsten. Ich stellte den einen vor dem andern auf, so dafs die von den Lichtpunkt ausgesandten Strahlen, nach dem Durchgange durch das erste Rhomboëder auch das zweite durchlaufen mufsten, und trug dabei Sorge, dafs die Flächen beider senkrecht waren gegen die Richtung der einfallenden Strahlen. Ueberdiefs lag der Hauptschnitt des zweiten Rhomboëders senkrecht gegen den des ersten, so dafs die vier Bilder, welche sie im Allgemeinen erzeugen, auf zwei zurückgeführt waren. Der gewöhnliche Bündel des ersten Rhomboëders wurde in dem zweiten ungewöhnlich gebrochen, und der ungewöhnliche des ersten gewöhnlich in dem zweiten. Aus dieser Anordnung ging hervor, dafs die Unterschiede in dem Gange, welche von dem Unterschiede in der Geschwindigkeit der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen entstanden, bei den beiden austretenden Lichtbündeln compensirt waren. Sie schnitten sich überdiefs unter einem

sehr kleinen Winkel, und zwar unter einem solchen, dafs die Fransen weit breiter seyn mufsten, als zu ihrer Wahrnehmung erforderlich war. Und doch, obgleich alle Bedingungen, welche unter den gewöhnlichen Umständen zur Entstehung der Fransen nöthig sind, sorgfältig beobachtet waren, konnte ich sie niemals hervorbringen. Während ich sie, eine Lupe vor das Auge haltend, sorgfältig aufsuchte, änderte ich langsam die Richtung des einen Rhomboëders, indem ich es bald nach der Rechten, bald nach der Linken abbog, um die Wirkungen, die aus einer etwaigen Ungleichheit in der Dicke entstanden seyn konnten, zu compensiren. Aber ungeachtet diefs oftmals wiederholt wurde, konnte ich keine Fransen erblicken; diefs darf nach dem, was uns die übrigen Versuche gelehrt haben, nicht mehr in Verwunderung setzen, da die beiden austretenden Lichtbündel rechtwinklig auf einander polarisirt waren. Dafs übrigens die Abwesenheit der Fransen nicht etwa davon herrührte, dafs es durch Probiren schwierig war, eine genaue Compensation zu erlangen, ward dadurch bewiesen, dafs es mir leicht gelang sie hervorzubringen, wenn ich Licht anwandte, welches, vor seinem Eintritt in die Rhomboëder, polarisirt war, und welches ich nach seinem Austritt eine neue Polarisation erleiden liefs. Es ist mithin durch die beigebrachten Versuche völlig erwiesen, dafs die rechtwinklig auf einander polarisirten Strahlen keinen merklichen Einflufs auf einander ausüben, oder mit andern Worten, dafs ihre Vereinigung immer dieselbe Lichtstärke erzeugt, wie verschieden auch die beiden sich interferirenden Lichtwellen in ihrem Gange seyn mögen.

Eine andere merkwürdige Thatsache ist die, dafs wenn einmal die Strahlen nach rechtwinkligen Richtungen polarisirt sind, es zum Wiederhervortreten ihres gegenseitigen Einflusses nicht hinreicht, sie auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückzuführen. Denn, wenn man bei dem Versuche des Hrn. Arago oder bei dem, welchen ich darauf beschrieben habe, die durch zwei

Schlitze eingetretenen und gegen einander rechtwinklig polarisirten Lichtstrahlen durch eine Säule von geneigten Glasplatten gehen läfst, so erblickt man keine Fransen, in welche Richtung man auch die Einfallsebene dieser Säule bringen mag. Statt einer solchen Säule kann man auch ein Kalkspathrhomboëder anwenden, dessen Hauptschnitt man unter einem Winkel von 45° gegen die Polarisationsebenen der beiden einfallenden Strahlen neigt, so dafs er den Winkel zwischen diesen zu gleichen Theilen halbirt und jedes Bild die Hälfte von jedem Lichtbündel enthält. Da in demselben Bilde die beiden Hälften dieselbe Polarisationsebene besitzen, so müfsten darin Fransen enstehen, wenn die Zurückführung der Strahlen auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene hinreichend wäre, um sichtbare Wirkungen ihres gegenseigen Einflusses wieder herzustellen. Aber niemals erhält man Fransen durch dieses Mittel, sobald nicht die Strahlen, vor ihrer Zertheilung in zwei rechtwinklig polarisirte Lichtbündel, nach einer und derselben Ebene polarisirt worden sind.

Wenn dagegen das Licht zuvor diese Polarisation erlitten hat, bringt die Zwischensetzung des Rhomboëders die Fransen wiederum zum Vorschein. Die vortheilhafteste Richtung, die man der ursprünglichen Polarisationsebene geben kann, ist die, durch welche der rechte Winkel zwischen den Ebenen, nach denen die beiden Bündel hernach porlarisirt werden, in zwei gleiche Theile getheilt wird, weil alsdann das einfallende Licht sich gleichmäfsig unter diese Bündel vertheilt. Nimmt man zu gröfserer Bestimmtheit an, dafs die Ebene der ursprünglichen Polarisation horizontal liege, so müssen die Ebenen, nach denen jeder der beiden Bündel hernach polarisirt wird, einen Winkel von 45° mit der Horizontalebene machen, die eine oberhalb, die andere unterhalb derselben, so dafs sie rechtwinklig gegen einander bleiben. Man kann diese rechtwinkligen Polarisationen erhalten, entweder

durch zwei kleine Säulen, wie sie bei Hrn. Arago's Versuche angewandt wurden, oder mit zwei Krystallplatten, deren Axen rechtwinklig gegen einander gestellt sind, oder endlich mit einer einzigen Krystallplatte. Wir werden nur den letzten Fall betrachten, da die beiden andern durchaus analoge Phänomene darbieten.

Um das Licht in zwei Bündel zu zertheilen, die sich unter einem kleinen Winkel kreuzen, und also fähig sind Fransen hervorzubringen, ist im Allgemeinen der Apparat mit zwei Spiegeln dem Schirme mit zwei Schlitzen vorzuziehen, weil ersterer weit hellere Fransen liefert. Auch hat er darin den Vorzug, dafs er den beiden Bündeln, die zu unserm Versuche nöthige, vorherige Polarisation ertheilt. Hiezu reicht es hin, dafs die beiden Spiegel von unbelegtem Glase seyn und ungefähr unter 35° gegen die einfallenden Strahlen neigen; doch mufs man sie auf der Rückseite schwärzen, damit die zweite Reflexion vermieden wird. Nahe bei ihnen und senkrecht gegen die reflectirten Strahlen, stellt man eine Gyps- oder Bergkrystallplatte auf, die parallel der Krystallaxe geschnitten ist, eine Dicke von einem oder zwei Millimeter besitzt, und mit ihrem Hauptschnitt um 45° gegen die, als horizontal vorausgesetzte, Ebene der ursprünglichen Polarisation geneigt wird. Nach dieser Einrichtung des Apparats erblickt man durch die Platte, gleichwie ohne sie, nur eine Gruppe von Fransen, und zwar in derselben Lage. Wenn man aber vor die Lupe eine Säule von horizontal oder vertikal geneigten Glasplatten bringt, so wird man zu beiden Seiten der mittleren Gruppe eine andere Gruppe von Fransen erblicken, und zwar in einem um so gröfseren Abstande von dieser, je dicker die Krystallplatte ist. Nimmt man statt der Glassäule ein Kalkspathrhomboëder, dessen Hauptschnitt horizontal oder vertikal gestellt ist, so sieht man in jedem der beiden von ihm hervorgebrachten Bildern seitwärts die beiden Systeme von welche durch die Zwischensetzung der Glas-

säule entstanden waren, und es ist zu bemerken, dafs diese beiden Bilder complementär zu einander sind, d. h. dafs die dunklen Streifen in dem einen, den hellen Streifen in dem andern entsprechen.

Wir sehen in diesem Versuche eine neue Bestätigung der Sätze, welche durch die vorhergehenden Versuche bewiesen sind. Die Strahlen, welche ungleichnamige Refractionen erlitten haben, können nicht auf einander einwirken, weil sie, in dem hier betrachteten Falle, bei ihrem Austritt aus einer und derselben Platte, sich rechtwinklig gegen einander polarisirt befinden, folglich die Gruppen zur Rechten und zur Linken nicht existiren können, es sey denn, man stellte den gegenseitigen Einfluſs dieser Strahlen dadurch wieder her, dafs man sie auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückführt. Diefs geschieht durch Zwischensetzung der Glassäule oder des Rhomboëders. Die alsdann erzeugten Fransen sind um so hervorstechender, je gleicher an Intensität die beiden zu ihrer Bildung beitragenden, ungleichnamigen Lichtbündel sind; und das ist der Grund, weshalb der Hauptschnitt des Rhomboëders sich in der vortheilhaftesten Stellung zur Erzeugung der Fransen befindet, wenn er mit der Axe der Krystallplatte einen Winkel von 45° bildet. Ist der Hauptschnitt des Rhomboëders dem in der Platte parallel oder senkrecht gegen denselben, so gehen die durch die Platte gewöhnlich gebrochenen Strahlen gänzlich in das eine Bild, anstatt sich unter beide zu vertheilen, und die ungewöhnlichen Strahlen gehen eben so zu dem andern Bilde über, so dafs keine Interferenz mehr zwischen ihnen statt finden kann, die Seiten-Gruppen verschwinden, und jedes Bild nur diejenigen Fransen zeigt, welche aus der Interferenz der gleichnamigen Strahlen entstehen, d. h. welche die mittlere Gruppe bilden.

Die beiden seitwärts liegenden Fransen-Gruppen, welche das polarisirte Licht bei der ersten Lage des Rhomboëders darbietet, liefern eins der vorzüglichsten Mittel,

die doppelte Refraction zu messen und deren Gesetze zu studiren. Ihre excentrische Lage nämlich ist Folge des Unterschiedes in dem Gange der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, die zur Platte hinausgetreten sind. Aus der Zahl von Fransen-Breiten, um welche die Mitte der Gruppe zur Rechten von der Mitte der mittleren Gruppe absteht, kann man die Zahl von Undulationen herleiten, um welche die ungewöhnlichen Strahlen des Bündels zur Rechten gegen die gewöhnlichen Strahlen zur Linken zurückgeblieben sind. Noch besser läfst sich dieser Unterschied im Gange dadurch bestimmen, dafs man den Abstand zwischen den Mitten der beiden äufseren Gruppen mifst, welcher das Doppelte ihres Abstandes von der mittleren Gruppe ist. Weifses Licht ist hier am bequemsten anzuwenden, weil es erstlich das lebhafteste ist, und dann auch, den mittleren Streifen jeder Gruppe am leichtesten erkennen läfst *). Vergleicht man hierauf die Dicke der Platte mit dem beobachteten Unterschied im Gange, so ergiebt sich daraus das Verhältnifs zwischen den Geschwindigkeiten der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen.

Mit dem so eben beschriebenen Apparate haben wir, Hr. Arago und ich, einen derartigen Versuch mit einer, der Axe parallel geschnittenen, Bergkrystallplatte gemacht, und dadurch denselben Unterschied zwischen der Geschwindigkeit der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen gefunden, wie Hr. Biot durch directe Beobachtung des Winkels der Divergenz dieser Strahlen in einem Prisma von Bergkrystall. Das Verfahren von Hrn. Biot steht dem unsrigen an Genauigkeit nicht nach, sobald es sich dar-

*) Streng genommen ist es alsdann nur die doppelte Refraction der hellsten Strahlen, nämlich der gelben, welche man mifst; aber dieſs ist gerade die mittlere doppelte Refraction, von der überdieſs die der andern Strahlen gewöhnlich nur sehr wenig abweicht.

darum handelt, die doppelte Strahlenbrechung solcher Krystalle zu messen, welche, wie Kalkspath, Bergkrystall, Gyps u. s. w., dieselbe in einem hohen Grade besitzen; aber bei Krystallen, deren doppelte Strahlenbrechung nur schwach ist, verdient das von der Diffraction gelieferte Mittel den Vorzug. Nimmt man eine etwas dicke Platte, so kann man den Unterschied in der Geschwindigkeit beider Strahlenarten mit einer fast unbegränzten Genauigkeit bestimmen. Es ist selbst zu einer hohen Genauigkeit der Resultate nicht einmal nöthig, dafs die Platte eine grofse Dicke habe; denn es ist auf diese Art noch leicht, Unterschiede von einem Fünftel einer Undulation, d. h. von einem Zehntausendstel eines Millimeters, in dem Gange der Strahlen wahrzunehmen. Diefs Verfahren dient auch dazu, für Strahlen, die in ihrer Richtung der Axe nahe kommen, das Huyghens'sche Gesetz auf die schärfste Art zu verificiren.

Man sieht auch hier durch die Uebereinstimmung der Biot'schen Resultate mit den unsrigen, wie vielfache Relationen das Princip der Interferenzen zwischen allen Erscheinungen in der Optik aufstellt.

Wir haben angenommen, dafs das Licht in den Krystallplatten auf gleiche Weise polarisirt werde wie in dicksten Krystallen, d. h. dafs die Strahlen, welche die gewöhnliche Refraction erleiden, nach dem Hauptschnitt polarisirt seyen, und die andern, nach einer Ebene senkrecht auf demselben. Diese, durch die Analogie angedeutete Hypothese, dürfte man nur in dem Falle verlassen, wo sie mit den Thatsachen in Widerspruch stehen würde; als wir sie aber weiter verfolgten, um zu wissen, welche Lichtbündel auf einander einwirkten und Fransen erzeugten, sahen wir immer, dafs die Resultate der Beobachtung mit ihr übereinstimmten. Da überdiefs die zu unseren Versuchen angewandten Platten wenigstens einen Millimeter dick waren, so konnte man ihrem Rande eine prismatische Form geben, und dadurch eine Trem-

nung der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bündel erhalten, welche dann parallel und senkrecht gegen den Hauptschnitt polarisirt gefunden wurden. Es ist durchaus nicht wahrscheinlich, dafs diese Polarisationsart durch eine geringe Neigung der beiden Flächen eines Krystalls bedingt werde, welcher das Licht erst, wenn dieser Winkel ungefähr 10° beträgt, deutlich in zwei Bündel theilt. Denn ein Glasprisma von einem gleichen Winkel ertheilt dem durchgelassenen Lichte nur eine sehr unmerkliche Polarisation durch die Schiefe seiner Flächen, welche übrigens, wenn sie stärker ist, das Licht nur senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt. Wenn man also auch die polarisirende Kraft eines Krystallprisma als im Allgemeinen aus zweien zusammengesetzt betrachtet, von denen die eine von der Neigung seiner Flächen und die andere von seiner doppelten Strahlenbrechung herrührt; so kann man doch nur der letzteren die Polarisation der beiden Bündel nach paralleler und senkrechter Richtung gegen seinen Hauptschnitt zuschreiben, und man mufs daraus schliefsen, dafs diese Lichtbündel noch dann dieselbe Polarisationsart erleiden, wann der Parallelismus verhindert, sie zu unterscheiden, weil dieser Parallelismus nichts an den Gesetzen der doppelten Strahlenbrechung ändert.

Diese, so sehr mit den Regeln der Analogie übereinkommenden Folgerungen sind indefs von Hrn. Biot nicht angenommen, vielmehr nimmt derselbe an, dafs in den dünnen Krystallplatten, und selbst in denen von mehreren Millimetern Dicke, das Licht eine Polarisationsart erleide, die durchaus von der verschieden sey, welche es beim Austritt aus einem Krystalle zeigt, der so dick ist, dafs er es in zwei deutliche Bündel theilt. Die Meinung dieses gelehrten Physikers hatte für mich ein hinlängliches Gewicht, um mich zu veranlassen, die Polarisationsrichtung der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen in den Krystallplatten noch durch neue Versuche zu bestätigen; aber auch deren Resultate stimmten

immer mit der von der Analogie an die Hand gegebenen Hypothese überein.

Nachdem die beiden Hälften einer Gypsplatte von ungefähr einem Millimeter Dicke vor zwei in einem Schirme gemachten Schlitzen angebracht waren, und ich dieselben so gedreht hatte, dafs ihre Axen senkrecht gegen einander standen, suchte ich mit einem Kalkspathrhomboëder die Polarisationsrichtung eines jeden der beiden von ihnen hervorgebrachten Lichtbündels auf. Wir haben gesehen, dafs die Gruppe zur Rechten, nach den bekannten Interferenz-Gesetzen, eine nothwendige Folge ist des Vereines der ungewöhnlichen Strahlen von der Rechten mit den gewöhnlichen Strahlen von der Linken, weil diese in dem Gypse schneller gehen als jene. Diese Gruppe mufs also gegen den Hauptschnitt der Platte zur Rechten senkrecht polarisirt seyn, weil diefs zugleich, nach der Lage der Platten, die Polarisationsrichtung der gewöhnlichen Strahlen von der Linken und der ungewöhnlichen Strahlen von der Rechten ist, und überdiefs die directen Versuche über die Interferenz zweier nach gleicher Ebene polarisirten Strahlen beweisen, dafs die so erzeugten Fransen stets nach dieser Ebene polarisirt sind. Eben so wird die Gruppe, die aus der Interferenz der gewöhnlichen Strahlen von der Rechten mit den ungewöhnlichen Strahlen von der Linken entstanden ist, senkrecht gegen den Hauptschnitt der linken Platte polarisirt seyn. Diese Folgerungen aus unserer Hypothese werden nun vollkommen von der Erfahrung bestätigt. Denn man findet, dafs wenn der Hauptschnitt des Rhomboëders, welches vor die Lupe gebracht ist, parallel liegt mit der Axe der Platte zur Rechten, das gewöhnliche Bild nur die Fransen auf der Linken, und das ungewöhnliche nur die auf der Rechten enthält; und umgekehrt, wenn der Hauptschnitt des Rhomboëders parallel liegt der Axe der linken Platte, oder senkrecht gegen die der rechten Platte, so ist die Gruppe zur Linken

aus dem gewöhnlichen Bilde, und die Gruppe zur Rechten aus dem ungewöhnlichen Bilde verschwunden.

Man sieht, dafs die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen einer jeden Platte hier nicht mehr durch eine Verschiedenheit in ihrer Richtung unterschieden sind, wie im Fall der Krystall zu einem Prisma geschnitten ist, sondern blofs durch eine Verschiedenheit in ihren Wirkungen bei der Interferenz. So z. B. treten in den Raum der Fransen-Gruppen zur Rechten, welche aus der Interferenz der ungewöhnlichen Strahlen von der Rechten mit den gewöhnlichen Strahlen von der Linken entspringt, zu gleicher Zeit gewöhnliche Strahlen von der Rechten und ungewöhnliche von der Linken, welche, da sie nach gemeinschaftlicher Richtung polarisirt sind, nothwendig auf einander einwirken, die aber keine merkliche Fransen hervorbringen, weil der Unterschied zwischen ihrem Gange an diesem Orte zu grofs ist, oder mit andern Worten, weil dieser Ort von dem mittleren Streifen, welcher für diese beiden Bündel auf der linken Seite liegt, zu weit entfernt ist. Denn wir haben gesehen, dafs man beim weifsen Lichte nur eine sehr begränzte Zahl von Fransen, von den mittleren Strahlen ab, unterscheiden kann, und dafs, über die der siebenten und der achten Ordnung hinaus, die Vereinigung der beiden Bündel nur ein gleichförmiges Licht erzeugt. Die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen einer jeden Platte finden sich immer zusammen an dem nämlichen Punkt des erleuchteten Raumes, aber nur die einen bilden hieselbst Fransen durch ihre Interferenz mit den ungleichnamigen, von der andern Platte herkommenden Strahlen; während die andern nur ein gleichförmiges Licht hieher führen. Diefs erlaubt es, sie zu unterscheiden und die Richtung ihrer Polarisation zu beurtheilen *).

*) Wenn zwei sich interferirende Lichtbündel nach gleicher Richtung polarisirt sind, so sind, wie schon gesagt, auch ihre Fransen nach derselben Richtung polarisirt. Wenn sie aber nach

Nachdem wir gezeigt haben, dafs diese Interferenz-Phänomene die von uns angenommene Hypothese bestätigen, wollen wir zeigen, dafs sie im Widerspruche steht mit der sinnreichen Theorie von der *beweglichen* Polarisation, deren Hauptsätze wir zuvörderst beibringen werden.

Hr. Biot nimmt an, dafs wenn ein polarisirter Lichtbündel durch einen mit doppelter Strahlenbrechung begabten Krystall hindurchgeht, dessen Hauptschnitt weder parallel noch senkrecht ist gegen die Ebene der ursprünglichen Polarisation, *die Axen der Lichttheilchen*, welche zuvor nach dieser Ebene gerichtet sind, beim Durchgange durch den Krystall in Oscillation gerathen, wodurch sie abwechselnd rechts und links vom Hauptschnitt geführt werden, bald in die ursprüngliche Ebene, bald in eine zweite Ebene, die auf der andern Seite in einem gleichen Winkelabstand liegt, den er das Azimuth $2i$ nennt, wo $i$ den Winkel des Hauptschnitts mit der ursprünglichen Polarisationsebene, von der ab alle Azimuthe gezählt werden, bezeichnet. Macht z. B. der Hauptschnitt einen Winkel von 45° mit der ursprünglichen Polarisationsebene, so begeben sich die Axen der Lichttheilchen abwechselnd aus dieser Ebene in eine andere, die ebenfalls unter 45° gegen den Hauptschnitt geneigt ist, und folglich senkrecht gegen die erste steht. In diesem besondern Falle ist $2i$ gleich 90°.

Hr. Biot nimmt an, dafs diese Schwingungen sich vielmals wiederholen, ehe die Lichttheilchen die *feste* Polarisation erleiden, durch welche ihre Axen parallel

zwei verschiedenen Richtungen polarisirt sind, welche unter sich einen spitzen Winkel bilden, so erzeugen sie schwächere Fransen, und diese sind zugleich nach beiden Richtungen polarisirt, d. h. sie verschwinden beidemal aus dem ungewöhnlichen Bilde, wenn man den Hauptschnitt des Rhomboëders in die eine oder in die andere Richtung bringt. Der Grund hievon ist leicht einzusehen, weil in dem einen wie in dem andern Falle eine der interferirenden Bündel von dem ungewöhnlichen Bildeaus geschlossen ist, das also nur ein gleichförmiges Licht darbieten kann.

und senkrecht gegen den Hauptschnitt gestellt werden. Nach diesem geschickten Physiker ist eine Dicke von mehreren Millimetern, selbst von mehreren Centimetern erforderlich, damit, beim Bergkrystall oder Gyps, die bewegliche Polarisation in die feste Polarisation übergehen könne; wenigstens dann, wann der Parallelismus der Eintritts- und Austrittsflächen die, immer von fester Polarisation begleitete, Trennung der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen verhindert. Wenn aber die Flächen parallel sind und die Dicke der Platte nicht über die angegebenen Gröfsen hinausgeht, so sind die hindurch gegangenen Lichttheilchen, statt nach dem Hauptschnitt und senkrecht gegen denselben polarisirt zu seyn, vielmehr definitiv nach der ursprünglichen Polarisationsebene oder nach dem Azimuth $2i$ polarisirt, je nachdem die Axen durch ihre letzte Oscillation nach der ersten oder nach der zweiten Ebene geführt worden sind, oder sie diese bei ihrem Austritt vollendet oder blofs angefangen haben; wenigstens verhalten sie sich, nach Hrn. Biot, in dem Rhomboëder, welcher zur Analyse des ausfahrenden Lichtes dient, immer so, als wenn sie ihre letzte Schwingung vollendet haben.

Die Dauer dieser Schwingungen oder die Dicke des Krystalls, in welchem diese Schwingungen geschehen, ist constant für die Lichttheilchen derselben Art, und verändert sich von einer Art zur andern proportional mit den Längen der Accesse.

Gehen wir jetzt den Folgerungen aus dieser Theorie nach, und betrachten den Fall, wo die beiden Hälften einer Gypsplatte, von einem oder zwei Millimeter Dicke, vor zwei Spiegeln von schwarzem Glase in der Bahn der reflektirten Strahlen aufgestellt sind. Nehmen wir an, dafs die Spiegel die gehörige Stellung zur Erzeugung der Fransen haben, und überdiefs gegen die vom Lichtpunkte ausgesandten Strahlen unter einen Winkel von 35° ge- ·nd, damit sie diese Strahlen, ehe sie in die Kry-

stallplatten eindringen, bei der Reflexion vollständig polarisiren, wie in dem zuvor beschriebenen Apparate. Ueberdiefs nehme man an, dafs die Axen der beiden Platten senkrecht gegen einander stehen und einen Winkel von 45° mit der Reflexionsebene machen. Zufolge der Theorie der beweglichen Polarisation, müssen alle ausfahrenden Strahlen parallel oder senkrecht gegen diese Ebene polarisirt seyn, welche die der ursprünglichen Polarisation ist. Mithin entspränge jede der beiden Fransen-Gruppen, welche man zur Rechten und Linken erblickt, aus der Interferenz zweier Lichtbündel, die beide nach dieser Ebene oder die beide nach einer auf ihr senkrechten Richtung polarisirt sind; denn durch Interferenz der nach dieser Ebene polarisirten Strahlen mit den nach senkrechter Richtung darauf polarisirten Strahlen, können keine Fransen entstehen. Wenn also die beiden Fransen-Gruppen polarisirt wären, würden sie es nur in einer von diesen beiden senkrechten Richtungen seyn können. Nun aber steht die Erfahrung mit dieser Folgerung so in Widerspruch, wie nur möglich; denn gerade, wenn man den Hauptschnitt des Rhomboëders in die eine oder die andere dieser Richtungen bringt, haben die beiden Bilder jeder Gruppe eine gleiche Intensität, und soll eins derselben verschwinden, mufs man den Hauptschnitt des Rhomboëders einen Winkel von 45° mit diesen Richtungen machen lassen, d. h. ihn parallel oder senkrecht gegen die Hauptschnitte der beiden Gypsplatten stellen. Ist er parallel mit dem Hauptschnitt der linken Platte, so verschwindet die Gruppe zur Linken aus dem gewöhnlichen Bilde, und ist er parallel dem Hauptschnitte in der rechten Platte, so verschwindet die rechte Gruppe. Man sieht, dafs die Richtung der Polarisation der Fransen dieselbe ist, wie in dem vorhin erzählten Versuch, wo das einfallende Licht, vor seinem Durchgange durch die Krystallplatten, keine Polarisation erlitten hatte. Man mag also direktes oder polarisirtes Licht anwenden, so

ist dennoch von den beiden Bündeln, in welche es sich beim Durchgange durch eine Krystallplatte zertheilt, der gewöhnliche nach dem Hauptschnitt und der ungewöhnliche nach senkrechter Richtung darauf polarisirt.

Bisher haben wir nur Platten von wenigstens einem Millimeter Dicke angewandt, und wir haben bei den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen beständig dieselbe Polarisationsrichtung gefunden, welche sie bei ihrer Trennung in zwei geschiedene Bündel zeigen. Es war interessant sich auch durch die Interferenzmethoden zu versichern, ob die nämliche Polarisationsart auch noch in Lamellen statt finde, die so dünn sind, dafs sie das polarisirte Licht farbig machen, wenn man es bei seinem Austritt mit einem Kalkspathrhomboëder untersucht. Denn, gerade diese Farbenerscheinungen führten Hrn. **Biot** zu der entgegengesetzten Annahme. Hiezu nahm ich eine Gypslamelle, ein bis zwei Zehntel eines Millimeter dick, die sich stark färbte, und doch noch dick genug war, um nicht die Gruppen zur Rechten und Linken mit einander zu verwechseln. Nachdem ich sie in zwei Theile getheilt hatte, stellte ich sie, wie vorhin angeführt, auf. Die beiden Fransen-Gruppen, statt völlig getrennt zu seyn, wie in dem Fall, wo diese Lamellen die Dicke eines Millimeters besafsen, waren in dem intermediären Raum ein wenig mit einander gemischt; allein es war dennoch leicht in jeder von ihnen die Streifen der drei ersten Ordnungen zu unterscheiden, und sich zu überzeugen, dafs z. B. die Gruppe zur Rechten senkrecht polarisirt war gegen die Axe der rechten Platte; denn wenn man den Hauptschnitt des Rhomboëders in diese Richtung drehte, so verschwand sie gänzlich aus dem ungewöhnlichen Bilde; und wenn man, statt des Rhomboëders, eine Säule von Glasplatten, die in dieser Richtung hinlänglich geneigt waren, vor die Lupe stellte, so unterschied man nur die linke Gruppe, welche alsdann von jeder Beimengung der Fransen von der Rechten gänzlich befreit

waren, und das gewöhnliche Ansehen einer einzigen Gruppe besafsen. Als der Versuch mit zwei Metallspiegeln gemacht, und die schwache Polarisation, welche sie den reflectirten Strahlen ertheilten, vor deren Einführung in die Lamellen durch eine Säule von drei oder vier, hinreichend geneigten Glasplatten zerstört wurde, fand sich noch ebenfalls dieselbe Polarisationsrichtung bei jeder Gruppe von Fransen. Es ist also wohl erwiesen, dafs in dem einen Falle, wie in dem andern, die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen durch die dünnen Lamellen parallel ihrer Axe und senkrecht gegen dieselbe polarisirt werden.

Nachdem ich gezeigt habe, dafs die Hypothese von der beweglichen Polarisation den Thatsachen allemal widerspricht, wenn man durch irgend ein Mittel die gewöhnlichen Strahlen von den ungewöhnlichen unterscheiden kann, will ich mich gegenwärtig mit den Farbenerscheinungen bei den Krystallblättchen näher beschäftigen, welche Hrn. Biot zu dieser Hypothese geführt haben, und zeigen, dafs sie zur Erklärung derselben unnöthig ist

(Schlufs im nächsten Hefte.)

---

## III. *Zerlegung einiger vegetabilischen Substanzen; von Hrn. Marcet.*

(Auszug aus der Biblioth. universell. XXXVI. p. 36.)

Die folgenden Substanzen wurden nach Hrn. Gay-Lussac's Methode durch Verbrennung mittelst Kupferoxyd zerlegt. Damit bei den stickstoffhaltigen Substanzen die atmosphärische Luft in dem Apparate keine Fehler herbeiführe, wurde das entwickelte Gas nicht eher untersucht bis die Luft gänzlich ausgetrieben war. Wie viel Gas man dazu fortgehen lassen müsse, schlofs man aus

einem vergleichenden Versuche mit einer stickstofffreien Substanz in einem Rohre von gleichen Dimensionen. Die Substanzen wurden übrigens vor der Einführung in die Röhre unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet.

*Geröstetes Stärkmehl.* Röstet man Stärkmehl, bis sich Dämpfe aus ihm erheben, so wird es bekanntlich gelbbraun, vollkommen löslich in kaltem Wasser, und auch sonst in seinen Eigenschaften bedeutend verändert *). Dasselbe ist der Fall mit seiner Zusammensetzung. Hr. Marcet erhielt nämlich folgende Resultate:

| | Geröstetes Stärkmehl. | Gewöhnliches Stärkmehl. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 35,7 | 43,7 |
| Sauerstoff | 58,1 | 49,7 |
| Wasserstoff | 6,2 | 6,7 |

Das geröstete Stärkmehl scheint also mehr Sauerstoff und weniger Kohlenstoff, auch weniger Wasserstoff zu enthalten, als das gewöhnliche. Auch weicht es sehr in seiner Zusammensetzung vom Gummi ab, da dieses nach den HH. Thénard und Gay-Lussac enthält: 42,23 Kohlenstoff, 50,84 Sauerstoff und 6,93 Wasserstoff.

Das in dem Malz enthaltene Stärkmehl, welches, vielleicht durch die Röstung auf der Darre, bis zu einem gewissen Grade in kaltem Wasser löslich ist, gab Hrn. M.:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 41,6 |
| Sauerstoff | 51,8 |
| Wasserstoff | 6,6 |

*) Hr. M. fand, dafs die Lösung des gerösteten Stärkmehls mit einer Lösung des Jod in Wasser eine schöne Purpurfarbe giebt, die durch siedendes Wasser, durch Alkohol, Säuren und Alkalien verschwindet. Durch Säuren vernichtet, wird diese Farbe nicht durch Alkalien wieder hergestellt, eben so wie bei dem gewöhnlichen Jod-Stärkmehl. Bei freiwilligem Verdampfen der purpurfarbenen Lösung verfliegt das Jod und das geröstete Stärkmehl bleibt allein zurück. Hr. Lassaigne hat schon früher (*Journal de pharmacie* 1819) einige dieser Erscheinungen beobachtet.

*Hordeïne.* Diese zuerst von Proust im Gerstenmehl aufgefundene holzartige Substanz wird leicht erhalten, wenn man einen Teig von Gerstenmehl unter stetem Fortspühlen des Stärkmehls mit den Händen knetet, das Stärkmehl dann vollends durch Kochen mit Wasser fortschafft und den Rückstand auswäscht. Die Hordeïne scheint nicht identisch zu seyn mit dem Parenchym der Kartoffel, wie es Hr. Thomson annimmt, denn Hr. M. erhielt folgende Resultate:

| | Hordeïne. | Zellgewebe der Kartoffel. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 44,2 | 37,4 |
| Wasserstoff | 6,4 | 4,0 |
| Sauerstoff | 47,6 | 58,6 |
| Stickstoff | 1,8 | — |

Hr. M. hält hiernach das Hordeïn für einen eigenthümlichen, am meisten dem Stärkmehl nahe kommenden Stoff, dessen Stickstoffgehalt doch aber glauben läfst, dafs der Gluten einen Bestandtheil desselben ausmache. Das Parenchym der Kartoffel scheint sich nicht der Holzfaser zu nähern, da diese nach den HH. Thénard und Gay-Lussac besteht aus: 52,0 Kohlenstoff, 42,4 Sauerstoff und 5,6 Wasserstoff.

*Gluten* aus Weizenmehl bereitet, gab Hrn. M. folgendes Resultat:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 55,7 |
| Sauerstoff | 22,0 |
| Wasserstoff | 7,8 |
| Stickstoff | 14,5 |

Nach Taddei besteht der Gluten aus den beiden Stoffen Zymom und Gliadine. Hr. M. bereitete sich den ersteren nach Taddei's Vorschrift, fand ihn aber anscheinend eben so zusammengesetzt, wie den Gluten *).

*) Es ist sehr zu bedauern, dafs der Verfasser die Bereitungsart der von ihm zerlegten Substanzen nicht näher angegeben hat, um beurtheilen zu können, ob sie völlig rein gewesen seyen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist es nicht der Fall gewesen. Hat z. B. der Verfasser den nach Beccaria's Vorschrift bereiteten Gluten untersucht, so kann die Analyse nur wenig Werth haben, da dieser Gluten, wie Berzelius gezeigt (dessen Lehrbuch, Bd. III. S. 365. und *dies.* Ann. Bd. 86. S. 247.), aus drei ver-

Endlich untersuchte Hr. Marcet noch das Ferment, und fand es bestehend aus: 30,5 Kohlenstoff, 57,4 Sauerstoff, 4,5 Wasserstoff und 7,6 Stickstoff.

## IV. *Neue Bereitungsart des Silberoxyd-Amoniaks.*

Zur Bereitung des Silberoxyd-Ammoniaks oder Berthollet'schen Knallsilbers giebt es mehrere Methoden. Die gewöhnliche, von Berthollet selbst herstammende, besteht darin, dafs man eine Lösung des salpetersauren Silberoxyds mit Kalkwasser fällt und den Niederschlag kalt mit Ammoniak digerirt. Hr. Faraday dagegen (*Journ. of Science Vol. IV. p.* 268.) schreibt vor, das Silberoxyd mit einer Auflösung von Kali und Ammoniak vorsichtig einige Augenblicke zu kochen, wobei das Kali die mit dem Oxyd etwa verbundene Kohlensäure absorbirt und zum Theil die Lösung des Oxyds in Ammoniak verhindert. Derselbe hat ferner gefunden, dafs wenn man die Lösung des Silberoxyds in Ammoniak mit Alkohol oder Aether vermischt, ein weifser Niederschlag entsteht, welcher schnell seine Farbe verändert, und nach dem Trocknen bei Erhitzung und Reibung heftig verpufft. Auch wird nach ihm die Lösung des Silberoxyds in Ammoniak durch Kali mit weifser Farbe gefällt. Endlich hat Hr. Prof. Mitscherlich im vorigen Heft dies. Ann. S. 143. gezeigt, dafs man aus den schwefelsauren, selensauren und chromsauren Doppelsalzen von Silberoxyd und Ammoniak durch Fällung mit kaustischem Kali das detonirende Silberoxyd-Ammoniak bereiten kann.

Diesem ähnlich ist das Verfahren, welches ein Ungenannter im Decemberheft des Journals der Pharmacie, p. 615., giebt. Derselbe schreibt vor, frisch gefälltes Chlorsilber in Ammoniak aufzulösen, und die Lösung mit Aetzkali zu fällen.

schiedenen Stoffen besteht. Dafs das Pflanzeneiweifs (Taddei's Zymom) gleiche Zusammensetzung habe mit diesem Gemische, ist wohl nicht sehr wahrscheinlich. Eine ähnliche Bemerkung läfst sich hinsichtlich des gerösteten Stärkmehls machen. Das Gummi, welches man daraus mit kaltem Wasser zieht, ist nicht rein, sondern mit einem brenzlichen Stoffe verunreinigt, der erst durch Alkohol fortgenommen werden mufs. Auch könnte man bezweifeln, ob wirklich das ganz reine Stärkmehl-Gummi noch in der angegebenen Art auf Jod wirkt. *P.*

## V. *Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs; von F. Wöhler.*

In einer früheren kleinen Notiz, die in dem III. Bande dieser Annalen abgedruckt ist, habe ich angegeben, dafs beim Einwirken von Cyan auf flüssiges Ammoniak, aufser mehreren anderen Producten, auch Oxalsäure und eine krystallisirbare weifse Substanz entstehe, welche letztere bestimmt kein cyansaures Ammoniak sey, welche man aber dessen ungeachtet immer erhalte, so oft man versuche, z. B. durch sogenannte doppelte Zersetzung, Cyansäure mit Ammoniak zu verbinden. Der Umstand, dafs bei der Vereinigung dieser Stoffe dieselben ihre Natur zu verändern schienen und dadurch ein neuer Körper entstände, lenkte von Neuem meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, und diese Untersuchung hat das unerwartete Resultat gegeben, dafs bei der Vereinigung von Cyansäure mit Ammoniak Harnstoff entsteht, eine auch in sofern merkwürdige Thatsache, als sie ein Beispiel von der künstlichen Erzeugung eines organischen, und zwar sogenannten animalischen, Stoffes aus unorganischen Stoffen darbietet.

Ich habe schon früher angegeben, dafs man die oben erwähnte krystallisirte, weifse Substanz am besten erhält, wenn man cyansaures Silberoxyd durch Salmiak-Auflösung, oder cyansaures Bleioxyd durch flüssiges Ammoniak zersetzt. Auf die letztere Art habe ich mir die, zu dieser Untersuchung angewendete, nicht unbedeutende Menge davon bereitet. Ich bekam sie in farblosen, klaren, oft mehr als zolllangen Krystallen angeschossen, die schmale rechtwinklige, vierseitige Säulen, ohne bestimmte Zuspitzung, bildeten.

Mit kaustischem Kali oder mit Kalk entwickelte dieser Körper keine Spur von Ammoniak, mit Säuren zeigte er durchaus nicht die so leicht eintretenden Zersetzungs-

Erscheinungen der cyansauren Salze, nämlich Entwickelung von Kohlensäure und Cyansäure, und eben so wenig fällte er, wie es ein wirkliches cyansaures Salz thut, die Blei- und Silbersalze; er konnte also weder Cyansäure noch Ammoniak als solche enthalten. Da ich fand, dafs bei der letztgenannten Entstehungsart desselben kein anderes Product mitgebildet und das Bleioxyd rein abgeschieden wurde, so stellte ich mir vor, es könne bei der Vereinigung von Cyansäure mit Ammoniak eine organische Substanz, und zunächst vielleicht ein den vegetabilischen Salzbasen ähnlicher Stoff entstehen; ich stellte daher aus diesem Gesichtspunkte einige Versuche über das Verhalten der Säuren zu dem krystallisirten Körper an. Er verhielt sich aber indifferent gegen dieselben, die Salpetersäure ausgenommen, welche in der concentrirten Auflösung dieses Stoffes sogleich einen, aus glänzenden Krystallschuppen bestehenden Niederschlag bildete. Diese Krystalle zeigten, nachdem sie durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt worden waren, sehr saure Charactere, und ich war schon geneigt, sie für eine eigenthümliche Säure zu halten, als ich fand, dafs sie, bei der Neutralisation mit Basen, salpetersaure Salze gaben, von denen sich durch Alkohol der krystallisirbare Stoff mit allen Characteren, die er vor der Einwirkung der Salpetersäure hatte, wieder ausziehen liefs. Diese Aehnlichkeit im Verhalten mit dem Harnstoff veranlafste mich, vergleichende Versuche mit vollkommen reinem, aus Urin abgeschiedenem Harnstoff anzustellen, aus denen ganz unzweideutig hervorging, dafs Harnstoff und jener krystallisirte Körper oder das cyansaure Ammoniak, wenn man es so nennen könnte, vollkommen identische Stoffe sind.

Ich führe das Verhalten dieses künstlichen Harnstoffs nicht weiter an, da es vollkommen mit dem übereinkommt, wie es, nach den Angaben von Proust, Prout u. A., von dem Urin-Harnstoff in den Schriften zu finden ist,

und bemerke nur den von ihnen nicht angegebenen Umstand, dafs der Urin-Harnstoff, gleich wie der künstliche, bei der Destillation, aufser der grofsen Menge von kohlensaurem Ammoniak, zuletzt auch in einem ganz auffallenden Grade den stechenden, Essigsäure ähnlichen Geruch der Cyansäure entwickelt, gerade so, wie ich es bei der Destillation von cyansaurem Quecksilber oder auch der Harnsäure und besonders des harnsauren Quecksilberoxyds gefunden habe. Bei dieser Destillation des Harnstoffs entsteht zugleich noch eine weifse, wie es scheint, eigenthümliche Substanz, mit deren Untersuchung ich noch beschäftigt bin.

Aber wenn beim Zusammentreten von Cyansäure und Ammoniak wirklich blofs Harnstoff entsteht, so mufs der Harnstoff vollkommen dieselbe Zusammensetzung haben, die man durch Rechnung für das cyansaure Ammoniak, nach der von mir für die cyansauren Salze angegebenen Zusammensetzungsformel, findet; und diefs ist in der That der Fall, wenn man im cyansauren Ammoniak, gleich wie alle Ammoniaksalze Wasser enthalten, 1 At. Wasser annimmt, und Prout's Analyse vom Harnstoff als die richtigste betrachtet. Nach ihm *) besteht der Harnstoff aus:

| | | Atome. |
|---|---|---|
| Stickstoff | 46,650 | 4 |
| Kohlenstoff | 19,975 | 2 |
| Wasserstoff | 6,670 | 8 |
| Sauerstoff | 26,650 | 2 |
| | 99,875 | |

Das cyansaure Ammoniak würde aber aus 56,92 Cyansäure, 28,14 Ammoniak und 14,74 Wasser bestehen, was für seine entfernten Elemente ausmacht:

*) Annals of Philosoph. T. XI. p. 354.

| | | Atom. |
|---|---|---|
| Stickstoff | 46,78 | 4 |
| Kohlenstoff | 20,19 | 2 |
| Wasserstoff | 6,59 | 8 |
| Sauerstoff | 26,24 | 2 |
| | 99,80 *). | |

Man hätte also, ohne die Bildung des Harnstoffs aus Cyansäure und Ammoniak durch den Versuch gefunden zu haben, im Voraus berechnen können, dafs cyansaures Ammoniak mit 1 Atom Wasser dieselbe Zusammensetzung hat, wie der Harnstoff. Bei der Verbrennung der Cyansäure durch Kupferoxyd erhält man 2 Volum Kohlensäuregas und 1 Volum Stickgas, aber bei der Verbrennung des cyansauren Ammoniaks müfste man gleiche Volumina von diesen Gasen erhalten, also auch dasselbe Verhältnifs bei der Verbrennung des Harnstoffs, und so hat es in der That auch Prout gefunden.

Ich enthalte mich aller der Betrachtungen, die sich in Folge dieser Thatsache so natürlich darbieten, besonders in Beziehung auf die Zusammensetzungs-Verhältnisse organischer Stoffe, in Beziehung auf gleiche elementare und quantitative Zusammensetzung bei Verbindungen von sehr verschiedenen Eigenschaften, wie es unter anderen von der Knallsäure und Cyansäure, von einem flüssigen Kohlenwasserstoff und dem ölbildenden Gase, angenommen wird, und es mufs erweiterten Erfahrungen über mehrere ähnliche Fälle überlassen bleiben, welche allgemeine Gesetze sich davon ableiten lassen.

*) Es sind hiebei die neuen Atomengewichte von Berzelius zum Grunde gelegt; also ist N=88,518, C=76,437, H=6,2398, O=100,000, Wasser (Ḣ)=112,479, cyansaures Ammoniak $=\dot{N}H^3+\dot{C}\dot{N}O$ und Harnstoff $=\dot{N}H^3+\dot{C}\dot{N}O+\dot{H}$.

## VI. *Versuche über einige stickstoffoxydsaure Salze; von Dr. Herrmann Heſs in Irkutzk.*

Die Verbindungen des Stickstoffoxyds mit den Basen sind, obgleich seit längerer Zeit bekannt, wenig studirt worden. Einige Chemiker zweifeln an ihrem Daseyn; der Gegenstand verdiente durch Versuche näher beleuchtet zu werden, ich theile daher meine Erfahrungen über diese Verbindungen mit.

*Stickstoffoxydkali.* Erhitzt man salpetersaures Kali in einem silbernen Tiegel bis zur Rothglühhitze, so kocht das Salz unter Entwickelung von Sauerstoffgas, wobei die Salpetersäure zu Stickstoffoxyd reducirt wird, welches mit Kali in Verbindung bleibt. Man erkennt, daſs die Masse hinlänglich geglüht hat, daran, daſs sich aus der Mündung des Tiegels kein Rauch mehr entwickelt, und daſs ein glimmender Holzspahn darin verlischt. Das geflossene Salz wird auf ein blankes Eisen ausgegossen, wo es sogleich erstarrt. Es hat einen strahligen Bruch, ist luftbeständig. Es ist im Wasser auflöslich; kochendes Wasser nimmt viel mehr davon auf als kaltes, so daſs es beim Erkalten krystallisirt; es gleicht dem Salpeter so sehr, daſs man beide Salze dem Ansehen nach nicht von einander unterscheiden kann. In Alkohol ist es unauflöslich. Ob es frei von salpetrichter Säure sey, wird auf die Weise *) geprüft, daſs etwas von dem Salze über Quecksilber in einer Proberöhre durch Salzsäure zersetzt wird. Ist das Gas farblos, so war das Salz frei von salpetrichter Säure. Hier muſs ich bemerken, daſs ich bei dieser Prüfung nie ein gefärbtes Gas erhalten habe, welches zu zeigen scheint, daſs die salpetersauren Salze durch Glühen nicht in salpetrichtsaure verwandelt werden können, wie man es geglaubt hat, sondern in

*) Berzel. Lehrbuch, Th. II. pag. 472.

Stickstoffoxyd-Salze; hat man das Glühen nicht lange genug fortgesetzt, so bekommt man ein Gemenge eines salpetersauren und eines stickstoffoxydsauren Salzes. Damit stimmt auch die Erfahrung überein, dafs die salpetrichtsauren *) Salze am besten durch doppelte Zersetzung erhalten werden. Das Stickstoffoxyd-Kali schmilzt in der Hitze eben so leicht wie der Salpeter. Das Salz durch Chlorwasserstoffsäure zerlegt, gab folgende Resultate:

100 Th. Stickstoffoxyd-Kali gaben

| | Chlorkalium. | | Kali. | | Sauerstoff. |
|---|---|---|---|---|---|
| Versuch I. | 95,03 | entspricht | 60,11 | enthält | 10,18 |
| — II. | 95,19 | — | 60,21 | — | 10,20. |

Indem wir nun annehmen, dafs die Menge des Stickstoffoxyds, welche nöthig war, um das Kali zu sättigen, doppelt so viel Sauerstoff enthielt als das letzte, so erhalten wir für den ersten Versuch 38,24, für den zweiten 38,31. Wir haben also

60,11 + 38,24 = 98,35 Stickstoffoxyd-Kali, 1,65 Verl.
und 60,21 + 38,31 = 98,52 — — 1,48 —

In beiden Fällen mufste der Verlust entweder von einem Wassergehalte oder von einer höheren Oxydationsstufe eines Antheils Stickstoff, als in der Berechnung angenommen worden ist, herrühren. Ich versetzte eine Auflösung desselben Salzes mit Chlorwasserstoffsäure, und kochte damit metallisches Gold. Es wurde etwas Gold aufgelöst; die Flüssigkeit hatte also etwas Salpetersäure enthalten. Ich wiederholte die Analyse mit einem sorgfältig bereitetem Salze.

100 Th. gaben 95,76 Chlorkalium, welche 99,06 Stickstoffoxyd-Kali entsprechen, woraus man sieht, dafs es schwer ist das Salz vollkommen rein zu erhalten.

100 Th. Stickstoffoxyd-Kali enthalten also

| Kali. | Stickstoffoxyd. |
|---|---|
| 61,14 | 38,86. |

Die Krystalle enthalten kein Wasser.

*) Berzel. Lehrbuch, Th. I. p. 481.

Versetzt man eine Auflösung dieses Salzes mit Weinsäure, so entsteht ein Niederschlag, der saures weinsteinsaures Kali ist, und die Flüssigkeit entwickelt Stickoxydgas. Wird sie gelinde abgedampft, so erhält man seidenglänzende Krystalle, welche sauer reagiren und ein Doppelsalz mit Weinsäure zu seyn scheinen.

*Stickstoffoxyd-Natron.* Wird aus dem salpetersauren Natron wie das vorhergehende erhalten. Man bekommt dieses Salz leichter frei von Salpetersäure als das Kalisalz. Es krystallisirt aus der wäfsrigen Auflösung in schönen Rhomboëdern. In Alkohol ist es nicht auflöslich. Es enthält Krystallwasser, welches durch Schmelzen nicht vertrieben werden kann.

Zur Analyse wandte ich ein Salz an, welches über Quecksilber ein farbloses Gas gegeben hatte, und mit Salzsäure kein Gold aufzulösen vermochte. Im ersten Versuch gaben 101 Th. Stickstoffoxyd-Natron 84 Th. Chlornatrium, und im zweiten gaben 133 Th. des geschmolzenen Salzes 111 Th. Chlormetall. 84 entsprechen 44,76 Natron und 111=59,15 Natron. Rechnet man nun das entsprechende Stickstoffoxyd zu und nimmt den Verlust als Wasser an, so erhält man folgende Zusammensetzung:

| | I. Versuch. | | II. Versuch. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Oxygen. | | Oxygen. | Berechnet. |
| Natron | 44,32 | = 11,34 | 44,47 | = 11,38 | 44,52 |
| Stickstoffoxyd | 42,37 | = 22,68 | 42,62 | = 22,76 | 42,67 |
| Wasser | 13,31 | = 11,75 | 12,91 | = 11,39 | 12,81 |
| | 100,00 | | 100,00 | | 100,00 |

*Stickstoffoxyd-Ammoniak.* Habe ich in isolirter Gestalt nichts erhalten können, vermuthe aber, dafs es existirt, weil das Kalisalz mit Salmiak versetzt noch vor dem Sieden ein Gas entwickelt, welches das Brennen nicht unterhält, und ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab vor der Mündung des Kolben etwas raucht. Nun

ist es aber wahrscheinlich, dafs wenn das Salz existirt. die Producte der Zersetzung, Wasser, Stickstoff und freies Ammoniak seyn müssen.

*Stickstoffoxyd-Baryt.* Wird aus dem salpetersauren Salze durch Glühen erhalten. Es bedarf keiner starken und anhaltenden Hitze; je mehr man es glüht desto mehr Baryterde erhält man. Die geglühete Masse wird in Wasser aufgelöst und abgedampft; es krystallisirt wie das salpetersaure Salz. Man mufs es abermals auflösen, um es von anhängendem kohlensauren Baryt zu trennen.

201 Th. dieses Salzes durch Salzsäure zersetzt gaben 193 krystallisirtes Chlorbaryum, welche = 167,95 Chlorbaryum.

Das Salz bestand also aus:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Baryt | 123,66 | enthält | Oxygen | 12,96 |
| Stickstoffoxyd | 48,43 | — | — | — |
| Verlust als Wasser | 28,91 | — | — | 25,52 |
| | 201,00. | | | |

Man sieht also, dafs das Salz eine Menge Krystallisationswasser enthält, deren Sauerstoff das Doppelte von dem Sauerstoff der Base ist.

Berechnet ist seine Zusammensetzung folgende:

| | |
|---|---|
| Baryt | 61,47 |
| Stickstoffoxyd | 24,07 |
| Wasser | 14,46 |
| | 100,00 |

Das Wasser kann durch Hitze nicht vertrieben werden.

*Stickstoffoxyd-Kalk.* Wird wie die vorhergehenden Salze erhalten. Ich untersuchte bei dieser Gelegenheit die Menge des Wassers, welche der krystallisirte salpetersaure Kalk enthielt. Ihr Sauerstoff beträgt vier Mal so viel als die der Base. Der Stickstoffoxyd-Kalk verhält sich, den äufsern Eigenschaften nach, ganz wie das salpetersaure Salz, und zerfliefst eben so leicht.

200 Th. Salz durch kohlensaures Ammoniak zersetzt gaben 97 kohlensauren Kalk =54,69 Kalk. Dieser enthält 15,31 Sauerstoff.

54,69 Kalk erfordern 57,76 Stickstoffoxyd. Der Verlust betrug also 200—(54,69+57,76)=87,52, der als Wasser angenommen 77,26 Sauerstoff anzeigt. Er beträgt also fünf Mal so viel als der der Base.

Das Salz ist zusammengesetzt:

| | Versuch. | Berechnet. |
|---|---|---|
| Kalk | 27,35 | 27,58 |
| Stickstoffoxyd | 28,89 | 28,94 |
| Wasser | 43,76 | 43,48 |
| | 100,00 | 100,00 |

(Das Salz hatte eine Spur von Salpetersäure enthalten.)

*Stickstoffoxyd-Silber.* Wird erhalten durch Zersetzung des Stickstoffoxyd-Baryt mit schwefelsaurem Silber. Die Flüssigkeit setzte bei dem Abdampfen lange nadelförmige Krystalle von strohgelber Farbe ab. Sie hatten folgende Eigenschaften. Vom Sonnenlichte wurden sie geschwärzt, in Wasser waren sie nicht mehr auflöslich, sondern wurden davon so zersetzt, dafs sich ein Salz in Flocken niederschlug, so lange ein anderes in geringer Menge sich auflöste. Ich wollte das gelbe Salz analysiren, und übergofs eine gewisse Menge mit Chlorwasserstoffsäure. Die Krystalle überzogen sich an der Oberfläche mit Chlorsilber, indem sie etwas Gas entwickelten, und blieben dann unverändert. In Ammoniak lösten sie sich auf. Die Schale, worin ich die Analyse machte, wurde zerschlagen und der Versuch vereitelt. Ich würde einen so geringfügigen Umstand nicht anführen, wenn ich das Salz später hätte erhalten können. Gelinde in einer Glasröhre erhitzt, zerfiel das Salz in metallisches Silber und salpetrichte Säure. Ich versuchte mehreremal ohne Erfolg, dasselbe Salz her vorzubringen. Man mufs dabei den überschüssigen Baryt

nicht durch Schwefelwassersäure entfernen wollen, wie ich es ein Paar Mal machte, denn in diesem Fall erhält man neutrales salpetrichtsaures Silberoxyd, welches nicht krystallisirt erhalten werden kann. Mit Stickstoffoxyd-Natron erhielt ich das Salz zum zweiten Mal, aber in zu geringer Menge, um analysirt zu werden; beim Abdampfen der Flüssigkeit oxydirt es sich schnell und geht allmählig in salpetersaures Salz über. Ich hatte keine Luftpumpe, um das Salz bei Ausschlufs der Atmosphäre zu erhalten.

*Stickstoffoxyd-Blei.* Obgleich ich dieses Salz nicht erhalten konnte, und meinen Zweck nicht erreichte, indem ich basische Stickstoffoxyd-Bleisalze hervorzubringen beabsichtigte, so führe ich einige Versuche an, weil sie zu zeigen scheinen, dafs das Salz erzeugt werden kann. Salpetersaures Blei wurde in einem silbernen Tiegel geglüht. Es entwickelte sich Sauerstoff und salpetrichte Säure. Da sich die Flüssigkeit mit einer metallischen Haut überzog, so wurde der Versuch unterbrochen. Die erstarrte Masse wurde mit Wasser ausgekocht und filtrirt. Beim Erkalten setzte die Flüssigkeit eine grofse Menge eines weifsen Salzes ab, welches scharf getrocknet durch Hitze zerlegt wurde.

71 Th. gaben 57 Th. gelbes Oxyd, die 4,08 Sauerstoff enthalten. 14 Th. Salpetersäure enthalten aber 10,36 Sauerstoff, woraus erhellt, dafs es halb-salpetersaures Bleioxyd war. Die Flüssigkeit, die kein Salz mehr absetzte, wurde abgedampft, wobei sie so zersetzt wurde, dafs sich salpetersaures Blei bildete und metallisches Blei ausschied.

Zersetzt man Stickstoffoxyd-Kalk mit salpetersaurem Blei, so wird die Salpetersäure zerlegt, und es bilden sich salpetrichtsaure Salze. Beim Erkalten schlägt sich das neutrale salpetrichtsaure Bleioxyd in Gestalt eines weifsen krystallinischen Pulvers aus der gelben Auflösung nieder. Dieses Salz kann durch gelindes Erhitzen über einer kleinen Weingeistlampe so zerlegt werden, dafs der

Rückstand drittel-salpetrichtsaures Bleioxyd ist. Versetzt man die Auflösung, die das neutrale Salz abgesetzt hatte, mit Alkohol, so wird ein weifses Pulver niedergeschlagen, welches beim Glühen genau 80 Proc. Bleioxyd hinterläfst, woraus ich schliefse, dafs es halb-salpetrichtsaures Bleioxyd ist. Die mit Alkohol gefällte Flüssigkeit bleibt gelb, und enthält also noch ein auflösliches Bleisalz.

---

## VII. *Ueber die Zusammensetzung einiger organischen Substanzen; von William Prout.*

(Aus dem in den *Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p.* 366. mitgetheilten Auszug aus der *Philosoph. Transact.* für 1827.)

Das zur Zerlegung dieser Substanzen angewandte Verfahren bestand in der gleichzeitigen Anwendung von Kupferoxyd und Sauerstoffgas. Die mit dem Kupferoxyde gemischte Substanz wurde in ein Rohr gebracht, welches an jedem seiner Enden mit einem umgekehrten Heber in Verbindung stand, der das Sauerstoffgas enthielt und als Gasometer diente. Dadurch, dafs man Quecksilber in den offenen Schenkel des einen Hebers gofs, und gleichzeitig das Quecksilber in dem andern Heber, durch einen an seiner Krümmung befindlichen Hahn, ausfliefsen liefs, trieb man das Sauerstoffgas von einem Heber in den andern. Die in den Apparat gebrachte Sauerstoffmenge wurde vor dem Versuch mittelst graduirter Gasometer gemessen; aus der Volumensänderung, welche das Sauerstoffgas nach dem Versuch erlitten hatte, ergab sich die Wasserstoffmenge in der zerlegten Substanz.

Der Apparat wurde durch eine Reihe kleiner Weingeistlampen erhitzt, und nachdem die Wirkung des Kupferoxyds vorüber war, liefs man das Sauerstoffgas hin- und herströmen, um das Kupfer wieder vollständig zu

oxydiren und jeden etwa noch nicht verbrannten Theil der Substanz vollends zu verbrennen.

Durch dieses Verfahren umgeht man die dem Kupferoxyde vorgeworfenen Uebelstände, dafs es Luft und Feuchtigkeit condensire, und erhält den Wasserstoff genauer, als durch die bisher angewandten Verfahren.

*Rohrzucker.* Der reinste Zucker, den ich kenne, ist der aus Rohrzucker bereitete Kandiszucker. Dieser Zucker, nachdem er durch wiederholte Krystallisation aus Wasser und Alkohol gereinigt, und durch mehrstündige Aussetzung einer Temperatur von 100° vom hygrometrischen Wasser befreit war, fand sich folgendermafsen zusammengesetzt:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 42,85 |
| Wasser | 57,15 *). |

Die schönsten und reinsten Sorten des im Handel vorkommenden Hutzuckers, welche ich untersuchte, gaben bei gleicher Behandlung genau dieselben Resultate. Man darf also annehmen, dafs ihre Zusammensetzung dieselbe ist, wie die des Hutzuckers. Der Rohrzucker scheint durch die Siedhitze des Wassers keine Zersetzung zu erleiden; allein bei 150° C. fängt er an zu schmelzen und eine dunkelbraune Flüssigkeit zu bilden. Als er bei einem Versuche sieben Stunden lang dieser Temperatur ausgesetzt war, hatte er nur 0,6 Procent seines Gewichts verloren; aber seine Eigenschaften schienen beträchtlich (*d'une manière permanente*) geändert zu seyn. Berzelius hat indefs gezeigt, dafs der Zucker bei der Verbindung mit Bleioxyd 5,3 Proc. Wasser verliert. Ich habe das zucker-

*) Diese Zusammensetzung würde ziemlich mit der Formel: $12C+22H+11O$ oder mit der ihr gleichwerthigen: $12C+11\dot{H}$ (worin $C=76{,}437$ und $\dot{H}=112{,}479$) übereinstimmen, denn diese giebt: 42,573 Kohlenstoff und 57,427 Wasser. Nach Berzelius enthält bekanntlich dieser Zucker 1 Atom Wasserstoff mehr, und, in Verbindung mit Bleioxyd, 1 At. Wasser weniger.
P.

saure Bleioxyd oft dargestellt, und habe es zufällig einmal in schönen Krystallen erhalten.

*Honigzucker.* Der von mir untersuchte Zucker war aus Honig von Narbonne bereitet. Nach Beraubung seines hygrometrischen Wassers durch mehrtägiges Aufbewahren unter einem Recipienten neben Schwefelsäure, zeigte er sich zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 36,36 |
| Wasser | 63,63 *). |

Bei gewöhnlicher Beschaffenheit der Atmosphäre enthält dieser Zucker gewöhnlich mehr Wasser, als es diese Analyse angiebt, nämlich ungefähr 64 Procent. Anderseits verliert er bei einer Temperatur, die weit unter der Siedhitze des Wassers liegt, schnell ungefähr 3 Procent Wasser und fängt an flüssig zu werden. In einem Versuche, worin er 30 Stunden lang der Siedhitze des Wassers ausgesetzt wurde, verlor er mehr als 10 Proc. seines Gewichts an Wasser, nahm eine dunkelbraune Farbe an und schien theilweise zersetzt zu seyn.

Der Stärkemehlzucker gehört offenbar zu dieser Varietät, eben so wie der diabetische Zucker, und wahrscheinlich der Traubenzucker, Feigenzucker u. s. w. Alle diese Zuckerarten sind im Zustande der Reinheit von einem schönen Weifs, krystallisiren in Warzen, und sind bei gewöhnlicher Beschaffenheit der Atmosphäre luftbeständig.

| | Stärkemehlzucker. | Diabetischer Zucker. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 36,2 | 36 bis 40? |
| Wasser | 63,8 | 64 — 60 |

*Weizenstärke.* Diese Substanz ist von mehreren Chemikern mit sehr verschiedenen Resultaten analysirt.

*) Diese Zusammensetzung würde ziemlich mit der Formel: $12C+14\dot{H}$ übereinstimmen, denn diese giebt: 36,808 Kohlenstoff und 63,192 Wasser. Danach würde der Honigzucker 3 At. Wasser mehr enthalten als der Rohrzucker. Doch stimmt für erstern auch eben so gut die Formel: $5C+6H$; sie giebt 36,156 Kohlenstoff und 63,844 Wasser. *P.*

Gay-Lussac und Thénard fanden darin 43,55 Proc. Kohle, Ure dagegen nur 38,55 Procent. Die folgenden Bemerkungen werden diese Verschiedenheit genügend erklären.

Eine sehr schöne Sorte Stärkemehl, die auf mein Gesuch ohne Zusatz des Farbstoffs, welchen man gewöhnlich in dem käuflichen Stärkemehl zurückläfst, eigens bereitet und mehrere Monate lang an einem trocknen Orte aufbewahrt worden war, gab, abgesehen von den fremden Stoffen:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 37,5 |
| Wasser | 62,5. |

Hundert Theile derselben Sorte, fein gepulvert und 20 Stunden lang einer Temperatur von 95 bis 100° C. ausgesetzt, verloren, im Mittel aus zweien Versuchen, 12,5 Theile, und gaben bei der Analyse:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 42,8 |
| Wasser | 57,2. |

In diesem Zustande enthält das Stärkemehl jedoch noch Wasser, von dem man es zum Theil durch Aussetzung einer höheren Temperatur befreien kann. Als es nämlich nach 24stündiger Erwärmung bis zu 100° C. sechs Stunden lang einer Temperatur von 150° bis 180° C. ausgesetzt wurde, verlor es noch 2,3 Procent mehr, und in diesem Zustande analysirt gab es:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 44 |
| Wasser | 56. |

Es hatte jetzt eine schwach gelbe Farbe und schien in seinen Eigenschaften etwas geändert zu seyn. Die zuletzt gefundene Wassermenge ist also nahe die gröfste, die das Stärkemehl ohne Zersetzung verlieren kann *).

*) Von den drei hier angeführten Zusammensetzungen der Weizenstärke stimmt die erste mit der Formel: $12C+14\dot{H}$, die zweite Formel mit der Formel: $12C+11\dot{H}$, und die dritte mit der Formel: $12C+10\dot{H}$. *P.*

*Arrow-root* (Stärkemehl aus der Wurzel der *Maranta indica*). Diefs ist eine andere Art von Stärkemehl, von dem es, wie vom Zucker, eine grofse Zahl von Abarten zu geben scheint. Nachdem es 20 Stunden lang bei einer Temperatur von 92° bis 100° getrocknet worden war, gab es, abgesehen von den fremden Substanzen, bei der Analyse:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 42,8 |
| Wasser | 57,2 |

Als es aber noch sechs Stunden länger in einer Temperatur von 100° C. gehalten wurde, verlor es noch 3,2 Procent mehr, und dann war es von ähnlicher Beschaffenheit wie die bei 150° und 180° C. getrocknete Weizenstärke. Es gab sehr nahe:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 44,4 |
| Wasser | 55,6 |

Durch eine abermalige sechsstündige Erwärmung bis auf 150° und 180° C. verlor es noch 1,38 Proc.; allein es wurde dabei weit dunkler braun, als die bei gleicher Temperatur getrocknete Weizenstärke, und zeigte sich bedeutend mehr zersetzt. Diese Art von Stärkemehl scheint, wie der erwähnte Honigzucker, alles zu seiner Zusammensetzung nicht wesentliche Wasser zu verlieren, wenn es einer Temperatur von 100°, und vielleicht selbst einer geringeren, hinlänglich lange ausgesetzt gewesen ist.

*Holzfaser.* Die HH. Thénard und Gay-Lussac haben zuerst gezeigt, dafs die Holzfaser den Sauerstoff und Wasserstoff in dem zur Wasserbildung nöthigen Verhältnisse enthalten; ein Resultat, das durch meine Versuche vollkommen bestätigt wird. Ich habe Buchsbaum und Weidenholz untersucht. Nachdem ich diese Holzarten fein gepulvert hatte, kochte ich sie so lange mit Wasser, bis dieses ihnen nichts mehr entzog, darauf mit Alkohol und nun wiederum mit Wasser. Nach diesen Auskochungen liefs ich den Faserstoff so lange an der

Luft liegen, bis er nichts mehr am Gewicht verlor, und dann wurde er analysirt. Die Resultate waren:

| | Buchsbaumholz. | Weidenholz. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 42,7 | 42,6 |
| Wasser | 57,3 | 57,4 *). |

Durch 24stündiges Trocknen bei einer Temperatur von 100° C., und ferneres 6stündiges Trocknen bei einer Temperatur von 150° bis 165° C., verlor das Buchsbaumholz 14,6 Proc., und das Weidenholz 14,4 Proc. In diesem Zustande analysirt, gaben sie:

| | Buchsbaumholz. | Weidenholz. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 50,0 | 49,8 |
| Wasser | 50,0 | 50,2 **). |

Resultate, die fast mit denen von Gay-Lussac und Thénard beim Eichen- und Büchenholz erhaltenen übereinstimmen. Man darf also annehmen, dafs alle Holzarten aus gleichen Theilen von Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzt sind.

Der Holzstoff ist unzweifelhaft unter andern Gestalten als die Pflanzenfaser vorhanden, und wirklich scheint er das Gerippe auszumachen, auf welchem die meisten Vegetationsprocesse vor sich gehen. Um seine nährenden Eigenschaften, mit denen allein wir es hier zu thun haben, zu erweisen, will ich nur erwähnen, dafs Hr. Professor Autenrieth in Tübingen vor einigen Jahren gezeigt hat, dafs man diese Substanz durch eine zweckmäfsige Behandlung zur Brodbackung geschickt machen kann. Seine Methode hiezu ist folgende. Man zieht zunächst alles in Wasser Lösliche durch wiederholtes Einweichen und Auskochen aus. Dann bringt man es in einen Zustand von grofser Zertheilung, d. h. man zer-

*) Beide Resultate kommen nahe mit der Formel: $12C+11\dot{H}$ überein. *P.*

**) Ungefähr übereinstimmend mit der Formel: $12C+8\dot{H}$. *P.*

theilt es nicht blofs in Fasern, sondern macht ein wirkliches Pulver daraus, und nachdem man es mehrmals der Hitze eines Backofens ausgesetzt hat, mahlt man es auf ähnliche Art wie Getreide. So zubereitet erhält es, nach dem Verfasser, den Geruch und den Geschmack des Weizenmehls. Es ist indefs niemals ganz weifs, sondern etwas gelblich. Es ist auch darin dem Mehle ähnlich, dafs es ohne Sauerteig nicht gährt, und zwar gährt es am besten mit Sauerteig von Weizenmehl. Es giebt alsdann ein völlig homogenes und lockeres Brod, welches, wenn es wohl ausgebacken ist, viel Kruste hat, und besser schmeckt als das Brod, welches man zur Zeit der Noth aus Kleye bäckt. Das Holzmehl, mit Wasser gekocht, giebt auch eine steife, zitternde Gallerte, wie das Stärkemehl, und ist sehr nahrhaft.

*Essigsäure oder Essig.* Diese Substanz scheint zu allen Zeiten und allen Orten, entweder zufällig oder absichtlich, als Nahrungsmittel gebraucht zu seyn. Mehrere Chemiker haben Analysen derselben bekannt gemacht; aber, obgleich einige die wahre Zusammensetzung gegeben haben, hat, sonderbar genug, keiner von ihnen den merkwürdigsten Umstand in ihrer Zusammensetzung bemerkt, nämlich den, dafs Sauerstoff und Wasser darin in dem Verhältnisse der Wasserbildung enthalten sind *). Einige Versuche, die ich vor mehreren Jahren angestellt habe, schienen diese Meinung sehr wahrscheinlich zu machen; aber nur durch mehrmalige Verbrennung von essigsaurem Kupferoxyd in meinem Apparat, habe ich gefunden, dafs das Sauerstoffvolumen sich nicht ändert, wodurch ich dann von der Richtigkeit meiner Meinung vollkommen überzeugt worden bin.

Die Essigsäure, welche das zu ihrer Zusammensetzung nöthige Wasser enthält, hat mir gegeben:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 47,05 |
| Wasser | 52,95 |

*) Der Hr. Verf. schliefst vielleicht Hrn. Gay-Lussac von ihnen aus.

**) Uebereinstimmend mit der Formel: $12C+9\dot{H}$. P.

ein Resultat, das fast genau mit denen anderer Chemiker übereinstimmt.

*Milchzucker.* Durch wiederholte Krystallisation gereinigt, habe ich folgende Zusammensetzung für ihn gefunden:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 40 |
| Wasser | 60 |

welches Resultat fast genau mit dem von Berzelius gegebenen übereinkommt.

*Mannazucker.* Durch die bekannten Methoden gereinigt, gab er mir:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 38,7 |
| Wasser | 61,3 |

ein Resultat, das von denen Th. Saussure's sehr abweicht. Der Mannazucker scheint sein hygrometrisches Wasser erst bei der Temperatur 100° C. zu verlieren; aber einige Grade darüber, fängt er an sich zu zersetzen, und bei 120° C. nimmt er, ohne zu schmelzen, die Form eines braunen Pulvers an, und stöfst einen starken brenzlichen Geruch aus.

*Mimosengummi.* Im Zustande seines gewöhnlichen Vorkommens zerlegt, gab er, abgesehen von den fremdartigen Beimischungen:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 36,3 |
| Wasser | 63,7. |

Hundert Theile desselben Gummi's 24 Stunden lang einer Temperatur von 95° bis 100° C. ausgesetzt, verloren 12,4 Proc. Wasser. Seine Zusammensetzung, nach diesem Ergebnifs berichtigt, würde seyn:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 41,4 |
| Wasser | 58,6. |

Diefs Resultat ist durch die Analyse fast genau bestätigt worden. Dasselbe Gummi, noch 6 Stunden länger einer Temperatur von 150° bis 180° ausgesetzt, nahm eine braune Farbe an, und schien eine Zersetzung erlitten zu haben, obgleich sein Gewichtsverlust nur 2,6 Proc.

betrug. Hienach ist es wahrscheinlich, dafs das Gummi alles zu seiner Zusammensetzung nicht wesentliche Wasser bei der Temperatur von 100° C. verliert, vorausgesetzt, dafs er derselben hinlänglich lange ausgesetzt gewesen ist:

### Vegetabilische Säuren.

*Oxalsäure.* Vor mehreren Jahren habe ich bewiesen, dafs diese Säure im krystallisirten Zustande, zusammengesetzt ist aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 19,04 |
| Sauerstoff | 38,11 |
| Wasser | 42,85 |

welche Zusammensetzung schon vor langer Zeit von andern Chemikern für diese Säure angegeben, und, wie ich glaube, auch allgemein angenommen ist, nur nicht vom Dr. Thomson, welcher uns lehrt, dafs er eine Oxalsäure angetroffen, die die Hälfte ihres Gewichts an Wasser enthalten habe. Ich habe eine grofse Menge Proben dieser Säure untersucht, allein bis jetzt ohne irgend einen Erfolg zu Gunsten dieser Angabe.

*Citronensäure.* Diese und die folgenden Säuren, mit Ausnahme der Apfelsäure, wurden zu gleicher Zeit mit der Oxalsäure untersucht, und neuerlich habe ich die damals erhaltenen Resultate bestätigt gefunden. Die krystallisirte Citronensäure finde ich zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 34,28 |
| Sauerstoff | 22,87 |
| Wasser | 42,85 |

Mehrere Chemiker sind dieser Zusammensetzung sehr nahe gekommen, aber keiner hat sie meines Wissens genau gegeben.

*Weinsteinsäure.* In Krystallen ist sie zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 32,0 |
| Wasser | 36,0 |
| Sauerstoff | 32,0 |

Eine ähnliche Zusammensetzung hat der Dr. Thomson in seinem Werke über die Proportionen gegeben.

*Apfelsäure.* Sie wurde nicht für sich, sondern in Verbindung mit Bleioxyd, Kalk und Kupferoxyd untersucht. Abgesehen von dem Wasser, welches zu ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich ist, gab sie:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 40,68 *) |
| Wasser | 45,76 |
| Sauerstoff | 13,56. |

Diese Säure kann unter gewissen Gesichtspunkten als eine der wichtigsten von allen Pflanzensäuren angesehen werden.

*Schleimsäure.* Die unerwartete Zusammensetzung dieser Säure bestimmte mich, ihre Eigenschaften vollständiger zu untersuchen, als es sonst geschehen seyn würde. Die, welche ich zuerst anwandte, war aus Milchzucker bereitet und ziemlich rein, obwohl nicht vollständig. Zuletzt zog ich die aus Gummi bereitete vor, welche sich, obgleich man sie in einem ungemeinen unreinen Zustande erhält, durch folgendes Verfahren leicht und vollständig reinigen läfst.

Man

*) Diese Analyse würde nahe mit der Formel: $4C+3\dot{H}+O$ übereinstimmen, denn diese giebt: 41,140 Kohlenstoff, 45,404 Wasser und 13,456 Sauerstoff. Dieselbe Formel nimmt übrigens, wie leicht zu ersehen, auch die Form $4C+6H+4O$ an. Sehr abweichend von dieser Analyse ist die, welche neuerlich Hr. Prof. Frommherz (in Schweigg. Journ. Bd. 47. S. 1.) bekannt gemacht hat. Derselbe findet nach dem Mittel aus zwei Versuchen in 100 Th. Apfelsäure: 29,297 Kohlenstoff, 65,947 Sauerstoff und 4,756 Wasserstoff, welche Zusammensetzung nach den neuen Atomgewichten von Berzelius der Formel: $7C+14H+12O$ entsprechen würde. Was der Grund dieser bedeutenden Abweichung ist, kann wohl nur durch eine neue Untersuchung entschieden werden. Bemerken will ich nur, dafs Prof. H. Rose vor mehrern Jahren eine Analyse der Aepfelsäure unternommen hat, die er selbst, als eine seiner ersten Arbeiten, zwar nicht für ganz genau hält, die aber der vom Dr. Prout gegebenen sehr nahe kommt. *P.*

Man übersättigt die unreine Säure ein wenig mit Ammoniak und löst das Salz in siedendem Wasser auf. Die Lösung filtrirt man noch siedend, und dampft sie langsam fast zur Trockne ab. Das schleimsaure Ammoniak setzt sich in Krystallen ab, und diese werden nun mit kaltem Wasser gewaschen, bis sie weifs und rein sind. Man löst sie nun in möglichst wenig siedenden Wassers, filtrirt die Flüssigkeit, und läfst sie in verdünnte Salpetersäure tröpfeln. Die letztere zersetzt das schleimsaure Ammoniak und fällt die Schleimsäure im Zustande völliger Reinheit. Die so erhaltene Säure gab:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 33,33 |
| Wasser | 44,44 |
| Sauerstoff | 22,22 |

welches Resultat von denen anderer Chemiker etwas abweicht, die sich wahrscheinlich nicht die Mühe gegeben haben, die Säure ganz rein darzustellen.

Es wird nicht überflüssig seyn, hier einiger Umstände zu erwähnen, deren Wichtigkeit, in Betreff der vorhergehenden Analysen, künftig noch einleuchtender seyn wird.

Zunächst scheint die Gleichheit der Zusammensetzung des Honigzuckers und des Arrow-root *), bei gewöhnlicher Beschaffenheit der Atmosphäre, zu beweisen, dafs die Unterschiede zwischen den verschiedenen Stärkemehlarten denen analog sind, welche sich zwischen den Zukkerarten finden.

Dann scheint aus der gleichen Zusammensetzung der Weizenstärke und des Rohrzuckers, des Honigzuckers und des Arrow-root hervorzugehen, dafs obgleich die zum Theil organisirten (*merorganized*, von μερος, *partim*) Körper wirklich der Krystallisation nicht fähig sind, dennoch die ursprüngliche Tendenz ihrer wesentlichen Ele-

*) Sollte hier nicht ein Irrthum obwalten? Die vorhin gegebenen Zusammensetzungen des Honigzuckers und des Arrow-root's sind wenigstens nicht identisch. *P.*

mente, sich in gewissen Verhältnissen zu verbinden (vielleicht auch gewisse Formen anzunehmen) zu wirken fortfährt, wenn gleich im geringeren Grade, und dahin trachtet, gewisse Arten einer bestimmten Existenz aufrecht zu erhalten. Endlich verlieren die krystallisirten Körper ihr Krystallwasser nur schwierig, und wenn sie es verlieren geschieht es sprungweise oder in bestimmten Verhältnissen. Die *merorganisirten* Körper dagegen halten bei allen Graden das Wasser so schwach zurück, dafs dasselbe, innerhalb gewisser Gränzen, schnell abgeschieden werden oder sich mit ihnen in allen Verhältnissen verbinden kann; diefs gilt nicht blofs vom Wasser, sondern von jeder andern Substanz, die fähig ist, sich mit den merorganisirten Körpern zu verbinden.

Ich enthalte mich für jetzt weitere Betrachtungen anzustellen, und bemerke nur für diejenigen, die meine Versuche wiederholen wollen, dafs die Atomgewichte von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff bei den obigen Berechnungen zu 1:6:8 angenommen sind; und dafs die von mir gegebenen Resultate die mittleren aus mehreren Versuchen sind, bei denen die Unterschiede 0,01 bis 0,03 Kubikzoll auf 5 bis 8 Kubikzoll Kohlensäure- und Sauerstoffgas betrugen.

---

## VIII. *Ueber einen besonderen Fall von dauernder Einwirkung, welche die chemischen Eigenschaften eines Metalls noch lange nach dessen Berührung mit einem andern Metalle erleiden.*

*Von A. van Beek.*
Mitglied des Königl. Niederländischen Instituts.

In einer der ersten Klasse des K. Niederl. Instituts überreichten und in den zweiten Theil der neuen Denkschrif-

ten desselben eingerückten Abhandlung „Ueber die Erhaltung des Kupferbeschlags der Schiffe im Meerwasser mittelst Contactelektricität," habe ich mich vorzüglich damit beschäftigt, alle Combinationen, durch welche diese Erhaltung möglich ist, so wie alle Umstände, welche dieselbe begleiten, durch genaue Versuche auszumitteln.

Ich habe mich dabei von dem mächtigen Einflusse der Berührung heterogener Metalle auf deren chemische Eigenschaften überzeugt, so wie auch von der Unzulänglichkeit der blofsen Lehre von den chemischen Verwandtschaften, wie man sie vormals zur Erklärung dieser Erscheinung aufgestellt hat.

1. In ein mit Meerwasser gefülltes Gefäfs stellte ich eine Kupferplatte; sie wurde bald oxydirt und das Wasser nahm in kurzer Zeit eine dunkelgrüne Farbe an.

2. Unter denselben Umständen wurde eine Kupferplatte, an welche eine kleine Platte von Eisen, Zinn oder Zink befestigt war, vollkommen geschützt. Das Kupfer behielt seinen Glanz, während das Eisen, Zinn oder Zink stark oxydirt wurde.

3. Ein einziges sehr dünnes Glimmerblättchen, zwischen das Kupfer und Eisen des vorigen Versuchs geschoben, hob völlig die Schutzkraft des Eisens auf. Das Kupfer wurde oxydirt.

4. Als Kupfer und Eisen durch ein Glimmerblättchen an unmittelbarer Berührung gehindert, aber durch einen metallischen Leiter, einen Platindraht, im Bogen verbunden waren, wurde das Kupfer vollkommen geschützt, und es liefs sich keine Spur von Kupferoxyd in der Flüssigkeit wahrnehmen.

Dieser Fall von schützender Wirkung von Eisen, welches das Kupfer nicht unmittelbar berührte, sondern nur mittelst eines zweiten Metalles (des Platins) mit ihm in Verbindung stand, wurde vollends durch den nachstehenden Versuch bestätigt.

5. Eine Kupferplatte wurde mittelst eines Platin-

drahtes mit einer Eisenplatte verbunden. Hierauf stellte man die so vereinigten Metalle getrennt in zwei mit Meerwasser gefüllte Gefäfse und verband das Wasser in beiden durch einen Streifen benetzter Baumwolle oder durch einen gleichfalls mit Meerwasser gefüllten Heber.

Das Kupfer wurde nicht im mindesten angegriffen, und in dem Gefäfse, worin dasselbe sich befand, blieb das Wasser vollkommen durchsichtig, während in dem andern Gefäfse das Eisen sich stark oxydirte.

Bei dieser Gelegenheit habe ich die sonderbare Thatsache entdeckt, welche den Hauptgegenstand dieses Aufsatzes ausmacht.

Nachdem ich den zum fünften Versuch gebrauchten Apparat 47 Tage lang in Wirksamkeit gehalten hatte, fiel mir ein, den Platindraht, welcher das Eisen und Kupfer verband, durchzuschneiden, in der Erwartung, dafs sich das Kupfer bald oxydiren würde, wie es, bei blofser Eintauchung in Meerwasser, gewöhnlich vom ersten Tage ab geschieht. Allein ich sah mich getäuscht. Zu meinem grofsen Erstaunen behielt nämlich das Kupfer seinen Glanz und das Wasser seine farblose Durchsichtigkeit vollkommen bei. — Am vierten Tage hob ich die Gemeinschaft zwischen dem Wasser in beiden Gefäfsen auf, indem ich die Baumwolle fortnahm. Allein diefs hatte keinen Einflufs auf die Beschützung des Kupfers; sie blieb vollkommen.

In der anfänglichen Meinung, dafs das Meerwasser durch die stattgehabte chemische Wirkung seine oxydirende Kraft auf das Kupfer verloren hätte, nahm ich eine kleine Portion desselben Wassers und stellte einen andern Kupferstreifen hinein; allein dieser wurde schon am ersten Tage oxydirt. Das Meerwasser, welches bei dem vorhergehenden Versuch in dem Gefäfse enthalten war, hatte also die oxydirende Kraft auf das Kupfer keineswegs verloren, und folglich liefs sich dadurch die beobachtete Erscheinung nicht erklären.

Anderseits hatte das angewandte Kupfer eben so wenig seine Oxydirbarkeit im Meerwasser verloren. Diefs ergab sich daraus, dafs dasselbe Kupfer schnell angegriffen wurde, als man es in ein anderes Gefäfs mit Meerwasser stellte.

Die sonderbare Thatsache, dafs das Kupfer, noch lange Zeit nach Aufhebung der die Beschützung veranlassenden Berührung mit einem andern Metalle, fortdauernd geschützt bleibt, scheint also nach diesen Versuchen von einer vereinten und wechselseitigen Eigenschaft des Kupfers und des Meerwassers im Gefäfse herzurühren.

Es scheint, dafs die elektrische und schützende Wirkung des Eisens und des Meerwassers mit dem Kupfer, nachdem sie eine gewisse Zeit gedauert hat, zwischen den Elementen des Kupfers und des Meerwassers eine gewisse bleibende elektrische Spannung hervorruft, welche sich der, unter den gewöhnlichen Umständen so starken, Verwandtschaft des Sauerstoffs mit diesem Metalle kräftig widersetzt.

Ich habe mich überzeugt, dafs die Berührung der Metalle eine gewisse Dauer haben mufs, wenn das Kupfer die Eigenschaft erlangen soll, nach aufgehobener Berührung beschützt zu bleiben. Denn als ich in einem Apparate dieser Art, welcher nur wenige Tage thätig gewesen war, die Berührung unterbrach, wurde das Kupfer schnell oxydirt.

Gegenwärtig bin ich mit neuen Versuchen beschäftigt, um die erforderliche Dauer der galvanischen Action zur Beschützung des Kupfers, so wie auch um die Gränzen dieser Beschützung selbst, kennen zu lernen.

Das Kupfer, dessen Berührung nach 47tägiger Wirkung in dem erwähnten Apparate unterbrochen wurde, bleibt nun schon 20 Tage lang nach jenem Zeitpunkte vollkommen geschützt, und es zeigt sich bis jetzt keine Anzeige von Oxydation in dem Gefäfse.

Als ich mit diesen Untersuchungen beschäftigt war,

erhielt ich das Septemberheft der *Annales de chimie et de phisique* von 1827. Es befindet sich darin eine sehr interessante Abhandlung von Hrn. Prof. A. de la Rive über die besonderen Eigenschaften der metallischen Elektricitätsleiter, welche mehr oder weniger lange in dem Kreise einer, durch einen flüssigen Leiter geschlossenen Voltaschen Säule befindlich gewesen sind. Namentlich hat Hr. de la Rive gefunden, dafs diese Leiter (Platindrähte), nachdem sie von der Säule genommen und in einen flüssigen Leiter getaucht worden, auf eine gewisse Zeit einen elektrischen Strom erzeugen, der im Stande ist die Nadel des Galvanometers abzulenken *).

Die Aehnlichkeit zwischen seinen und meinen Versuchen scheint mir entschieden zu seyn, und eben so glaube ich, sind wir uns in sofern begegnet, als die Thatsache einer elektrischen Action, die nach Wegnahme ihrer Ursache (der Berührung der Metalle) fortdauert, gleichmäfsig aus Hrn. de la Rive's Versuchen wie aus meinen hervorgeht; nur zeigt sich die ungewöhnliche Erscheinung, welche in Hrn. Rive's Versuchen nur eine kurze Dauer besafs und nur mittelst des Galvanometers zu erkennen war, in dem erwähnten Versuche im vollen Lichte und auf eine deutliche Art, da hier die Körper in ihren innigsten Eigenschaften angegriffen sind.

Dafs metallische Leiter, welche zu einer Voltaschen Kette gehört haben, in einen bleibenden elektrischen Zustand gerathen, durch welche ihre chemischen Eigenschaften nicht blofs theilweise, sondern gänzlich umgeändert werden, ist in meinen Augen eine merkwürdige Thatsache, welche die volle Aufmerksamkeit der Physiker verdient!

Zusatz. Im Laufe meiner Versuche über die Beschützung der Metalle, habe ich einen grofsen Fehler entdeckt, welchen der berühmte englische Chemiker

*) Hrn. de la Rive's Versuche sind den Lesern in dies. Ann. Bd. 86. S. 425. mitgetheilt worden. *P.*

Sir Humphry Davy begangen hat. In der Baker'schen Vorlesung vom 8. Juni 1826, welche unter dem Titel: „*On the electrical and chemical changes*“ im 3. Theil der *Philosophical Transactions* von 1826 bekannt gemacht ist, räth derselbe nämlich zur Beschützung der Dampfkessel, besonders der auf Dampfböten, bei denen man häufig Meerwasser gebraucht, Zink oder *Zinn* anzuwenden.

Entscheidende Versuche haben mich aber gelehrt, dafs Zinn, weit entfernt das Eisen zu schützen, vielmehr von diesem geschützt wird, und dafs demnach ein Stück Zinn, welches man in den Kessel bringt, um das Eisen vor der Oxydation zu bewahren und dadurch die Gefahr vor Explosionen zu verringern, gerade sehr viel zu dessen baldiger Zerstörung beiträgt.

Will man von dem Principe der wechselseitigen Beschützung der Metalle hier eine nützliche Anwendung machen, so ist *Zink* das einzige Metall, welches man anwenden darf.

*A. v. B.*

---

## IX. *Ueber das Leitvermögen verschiedener Metalle für die Elektricität; von W. Harris.*

(Aus dem Bullet. univers. des Sciences, Sect. I. T. VIII. p. 33.*).)

Nimmt man an, dafs die Metalldrähte, welche ein elektrischer Schlag durchläuft, sich um so weniger erhitzen,

*) Das Original findet sich in den *Philosoph Transact.* für 1827. Ich habe indefs geglaubt mich einstweilen blofs mit diesem Auszuge begnügen zu dürfen, weil mir scheint, dafs sich gegen diese Untersuchung manche nicht unwichtige Einwürfe machen lassen. So z. B. ist der Satz, dafs die Erwärmung der Metalle durch den elektrischen Schlag sich geradezu umgekehrt wie das Leitungsvermögen derselben für Elektricität verhalte, doch lediglich

je besser sie die Elektricität leiten, so kann man durch die entwickelte Wärme die Leitungsfähigkeit dieser Metalle für die Elektricität bestimmen. Der Verfasser nahm Metalldrähte von gleichem Durchmesser und gleicher Länge, spannte sie nach einander horizontal in einem Glasballon von 3″ Durchmesser aus, und verband sie an ihren Enden mit einer elektrischen Batterie. Der mit Luft gefüllte (und luftdicht verschlossene) Ballon ruhte mit seinem Halse auf einem kleinen Behälter, welcher Weingeist enthielt und mit einem Haarröhrchen in Verbindung stand, dessen längerer Arm senkrecht in die Höhe ging. Im Augenblick, wenn der elektrische Schlag den im Ballon ausgespannten Draht durchlief, theilte dieser Draht seine Wärme der Luft im Ballon mit, und diese eingeschlossene Luft trieb, indem sie sich ausdehnte, die Flüssigkeit in dem Rohre in die Höhe. Die nachstehende Tafel enthält sämmtliche auf diesem Wege erhaltene Resultate.

nur Annahme. Und wenn man bedenkt, welchen Einfluſs die Wärmeleitung und Wärmecapacität der Metalle auf deren Erwärmung möglicherweise haben kann, und welchen Einfluſs die Temperatur auf die Elektricitätsleitung erwiesenermaſsen wirklich hat, so ist man gewiſs berechtigt, einen thatsächlichen Beweis von jenem Satz zu verlangen. Vergleicht man die Resultate in obiger Tafel mit denen des Hrn Becquerel (in dies. Ann. Bd. 84. S. 358.), so findet man neben mancher Uebereinstimmung auch mehrere beträchtliche Abweichungen. Um sie mit einem Blicke zu übersehen, stehe hier die Tafel des Hrn. Becquerel zusammen mit den aus Hrn. Harris Versuchen sich ergebenden Resultaten.

| | Harr. | Becq. | | Harr. | Becq. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kupfer | 100 | 100 | Platin | 20 | 16,40 |
| Gold | 66,6 | 93,60 | Eisen | 20 | 15,80 |
| Silber | 100 | 73,60 | Blei | 8,3 | 8,30 |
| Zink | 33,3 | 28,50 | Quecksilber | | 3,45 |
| Zinn | 16,6 | 15,50 | Kalium | | 1,33 |

Bei Hrn. Becq. hatten alle Metalle die Temperatur 0°, und der Trogapparat wirkte verhältniſsmäſsig nur schwach. Beide Umstände können auch das Ihrige zu den obigen Differenzen beigetragen haben. *P.*

| Metalle u. Legirung. | Wirkungen. | Metalle u. Legirung. | Wirkungen. |
|---|---|---|---|
| Kupfer . . . | 6 | Gold 1, Silber 1 . | 20 |
| Silber . . . . | 6 | Gold 3, Kupfer 1 . | 25 |
| Kupfer 1, Silber 1 | 6 | Gold 3, Silber 1 . | 25 |
| Kupfer 1, Silber 3 | 6 | Zinn 1, Zink 1 . . | 27 |
| Kupfer 3, Silber 1 | 6 | Platin . . . . | 30 |
| Gold . . . . | 9 | Eisen . . . . | 30 |
| Gold 1, Kupfer 3 . | 15 | Zinn 3, Zink 1 . . | 32 |
| Gold 1, Silber 3 . | 15 | Zinn . . . . | 36 |
| Zink . . . . | 18 | Zinn 3, Blei 1 . . | 45 |
| Messing . . . . | 18 | Zinn 1, Blei 1 . . | 54 |
| Kupfer 8, Zinn 1 . | 18 | Zinn 1, Blei 3 . . | 63 |
| Gold 1, Kupfer 1 . | 20 | Blei . . . . | 72 |

Man sieht aus dieser Tafel, dafs Kupfer und Silber die geringste Wärme erregt haben, und also die besten Elektricitätsleiter sind. Die Drähte wurden von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{80}$ Zoll Dicke genommen, doch hatten sie gleichzeitig dieselbe Dicke, da man sie jedesmal durch einen und denselben Drahtzug gehen liefs.

---

## X. *Ueber das Wärme-Leitungsvermögen der hauptsächlichsten Metalle und einiger erdigen Substanzen; von Hrn. Despretz.*

(Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p. 422.)

Der Bericht von meiner Abhandlung über das Wärmeleitungsvermögen findet sich in den *Annales de chimie et de physique T. XIX. p.* 97. Seit der Zeit habe ich das Wärmeleitungsvermögen des Goldes, Silbers und Platins untersucht, wovon ich die Resultate hier zugleich mit den älteren geben werde.

Meine Versuche gaben mir für das Leitvermögen der hauptsächlichen Körper folgende Verhältnisse:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gold | 1000,0 | Zinn | 303,9 |
| Silber | 973,0 | Blei | 179,6 |
| Platin | 981,0 | Marmor | 23,6 |
| Kupfer | 898,2 | Porzellan | 12,2 |
| Eisen | 374,3 | Ziegel- und Ofenmasse | 11,4 |
| Zink | 363,0 | | |

Folgendes war der Gang einiger dieser Versuche, Alle Stangen waren quadratische Prismen. Der Abstand zwischen zwei auf einander folgenden Thermometern betrug 10 Centimeter. Der Querschnitt der Stangen hielt, ausgenommen bei den beiden letzteren (Stangen) 21$^{mm}$ in der Seite. Alle Stangen wurden mit einem und demselben Firnifs überzogen, um ihnen in Bezug auf die Wärmestrahlung eine gleiche Oberfläche zu ertheilen. Bei dem Versuch wurde die Stange an einem Ende mittelst einer Quinquet'schen Lampe *) erwärmt. Solch eine Lampe hat bei diesen Versuchen mehrere Vorzüge, namentlich ist es leicht sie zu handhaben, und dann bringt sie auch wenig nach dem Orte der Beobachtung hin. Die Temperatur Wärme der umgebenden Luft wurde durch ein sehr empfindliches Thermometer angegeben. Es gelang, diese Temperatur für die Dauer eines Versuches sehr nahe constant zu erhalten. Jeder Versuch dauerte sechs Stunden. Erst nach zwei bis drei Stunden erlangten die Thermometer eine stationäre Temperatur. Das der Lampe am nächsten befindliche Thermometer nahm die Temperatur, auf welcher man es erhalten wollte, sehr schnell an, und man sah alsdann darauf, dafs diese Temperatur keine merklichen Aenderungen erlitt **).

*) Der Name *Lampe à la Quinquet* oder oder — wie Hr. Despretz schlechthin sagt — *Quinquet*, kommt der Lampe mit doppeltem Luftzuge gerechterweise nicht zu. Die Ehre der Erfindung gebührt dem Hrn. Argand und nicht dem Hrn. Quinquet. Man sehe darüber: *Découverte des Lampes à courant d'air et à cylindre; par Mr. Argand. Genève* 1785. *(P.)*

*) Ausführlicher findet man diefs Verfahren beschrieben in Biot's *Traité, Tom. IV. p.* 666. *(P.)*

Kupferstange. Temperatur der Luft 17°,08 C.

| Thermometer. | Temperatur. | Ueberschufs üb. die Temper. der Luft. | Summe zweier Ueberschüsse dividirt durch den zwischenliegenden Ueberschufs. |
|---|---|---|---|
| 1stes | 83°,41 C. | 66°,36 C. | — |
| 2tes | 63,36 | 46,28 | 2,14 |
| 3tes | 49,70 | 32,62 | 2,15 |
| 4tes | 41,40 | 24,32 | 2,11 |
| 5tes | 35,71 | 18,63 | 2,17 |
| 6tes | 33,26 | 16,18 | — |

Eisenstange. Temperatur der Luft 13°,02 C.

| Thermometer. | Temperatur. | Ueberschufs. | Quotient. |
|---|---|---|---|
| 1stes | 75°,92 | 62°,90 | — |
| 2tes | 43,71 | 36,69 | 2,34 |
| 3tes | 33,64 | 20,52 | 2,34 |
| 4tes | 25,34 | 12,32 | 2,33 |
| 5tes | 21,21 | 8,19 | 2,31 |
| 6tes | 19,63 | 6,61 | — |

Zinnstange. Temperatur der Luft 17°,34 C.

| Thermometer. | Temperatur. | Ueberschufs. | Quotient. |
|---|---|---|---|
| 1stes | 80°,75 | 63°,41 | — |
| 2tes | 52,51 | 35,17 | 2,42 |
| 3tes | 38,86 | 21,32 | 2,36 |
| 4tes | 32,86 | 15,52 | — |

Bleistange. Temperatur 17°,12.

| Thermometer. | Temperatur. | Ueberschufs. | Quotient. |
|---|---|---|---|
| 1stes | 82°,25 | 65°,13 | — |
| 2tes | 46,54 | 29,42 | 2,72 |
| 3tes | 32,05 | 14,93 | 2,64 |
| 4tes | 27,11 | 9,99 | — |

Man beweist durch den Calcul, dafs das Wärmeleitungsvermögen proportional ist der Gröfse: $\frac{1}{(\log. x)^2}$; wenn x aus der Gleichung: $x+\frac{1}{x}=q$ bestimmt wird, in welcher q der Quotient ist aus der Division der Summe zweier Ueberschüsse durch den zwischenliegenden Ueberschufs. (Man sehe Hrn. Fourier's *Théorie analytique de la Chaleur.*)

Man sieht aus diesen Versuchen, dafs die guten Leiter, wie Gold, Silber, Platin, Kupfer, Eisen und Zink, Resultate liefern, welche der von dem Calcul angezeigten geometrischen Reihe genügen. Man weifs, dafs in einer solchen Reihe der Quotient, aus der Division der Summe zweier Ueberschüsse durch den zwischenliegenden Ueberschufs, eine constante Zahl ist.

Nur die guten Leiter genügen einer Exponentialreihe. Schon das Blei, welches ungefähr 5 Mal weniger als das Kupfer leitet, besitzt diese Eigenschaft nicht. Der erste Quotient ist 2,72, und der zweite 2,64.

Die Resultate, welche der Marmor, die Ziegelerde und überhaupt die wenig leitenden Materien geben, entfernen sich sehr von einer Exponentialreihe. Hier einige Resultate über den Marmor.

Stange von weifsem Marmor. Temperat. d. Luft 17°,15.

| Thermometer. | Temperatur. | Ueberschufs. | Quotient. |
|---|---|---|---|
| 1stes | 81°,06 | 63°,91 | — |
| 2tes | 23,23 | 6,08 | 10,83 |
| 3tes | 19,10 | 1,93 | 3,87 |
| 4tes | 18,62 | 1,47 | — |

Der Querschnitt dieser Stange hielt $26^{mm},45$ in der Seite. Um das Leitungsvermögen des Marmors in Bezug mit dem des Eisens zu setzen, nahm ich eine Eisenstange, die $26^{mm}$ in der Seite hielt. Der erste Quotient, den diese Stange lieferte, betrug 2,42, der zweite 2,40.

Der geringe Unterschied in den Dimensionen beider Stangen wurde bei der Berechnung ihres respectiven Leitungsvermögens in Rechnung gezogen.

Das Silber war in der Münze unter Aufsicht des Hrn. D'Arcet gereinigt. Das Platin war von Hrn. Bréant gereinigt. Die Goldstange verdanke ich der Güte des Hrn. Amédée de Puymaurin, und Hr. Brougniart hatte die Gefälligkeit die Porcellanstangen in Sèvres verfertigen zu lassen.

Ich habe auch gesucht, das Leitungsvermögen des Holzes zu messen. Das Holz leitet die Wärme so schlecht, dafs eine viereckige Stange von $21^{mm}$ Seite sich einige Centimeter weit von seinem Ende nicht mehr erwärmte, obgleich es hier bis zum Verkohlen des Holzes erhitzt war.

## XI. *Ueber einen dem Goldpurpur ähnlichen Silberniederschlag;*

*von G. Frick.*

Director der K. Porcellanmanufactur in Berlin.

Bei Gelegenheit von Marcadieu's Versuche über den Purpur des Cassius *) haben frühere von mir angestellte Versuche, über einen, dem Goldniederschlag durch Zinnauflösung ganz ähnlichen Niederschlag des Silbers durch salpetersaure Zinnauflösung wieder einiges Interesse erhalten, und ich erlaube mir daher, auf eine Thatsache aufmerksam zu machen, deren Prüfung und Erklä-

*) Hr. Marcadieu, Wardein in der Münze zu Paris, wurde zu seinen Versuchen durch die Beobachtung veranlafst, dafs Silber, welches eine geringe Menge von Gold und Zinn enthielt, beim Auflösen in Salpetersäure, Goldpurpur hinterliefs, eine in sofern merkwürdige Thatsache, als die Salpetersäure im verdünnten Zustande nicht fähig ist metallisches Gold aufzulösen. Er bestätigte diese Thatsache dadurch, dafs er reines Silber mit 0,002 Gold und 0,005 Zinn legirte, und die Legirung in Salpetersäure auflöste; auch hiebei blieb ein Rückstand von Goldpurpur. Die Schwierigkeit, das Silber mit Zinn zu legiren, brachte ihn darauf, das Zinn blofs gemeinschaftlich mit dem goldhaltigen Silber in Salpetersäure zu lösen. Auch hiebei wurde beständig Goldpurpur gebildet, allein er entstand nicht, wenn er Zinnoxyd statt des metallischen Zinns anwandte. Eben so wenig konnte er Goldpurpur erhalten, wenn er eine Legirung von Zinn und wenig Gold, oder von Zink mit wenig Zinn und Gold in Salzsäure auflöste; es blieb nur metallisches Gold in Flitterchen zurück. Dagegen bildete sich der Purpur sogleich, als er dieselben beiden Legirungen mit Salpetersäure behandelte, und zwar war der mit der Zinklegirung erhaltene schöner als alle früheren. — Für das Probiren zieht Hr. M. aus seinen Versuchen die Folgerung, dafs es zur sichern Bestimmung des Goldgehaltes in einem zinnhaltigen Silber nöthig ist, das Abtreiben mit Blei nicht zu unterlassen. (*Ann. de chim. et de phys. T. XXXIV. p.* 147.) *P.*

rung für die wissenschaftlichen Chemiker von Wichtigkeit seyn dürfte.

Die dabei vorkommenden Erscheinungen sind neu und auffallend, und auf die Erklärung des Goldzinn-Niederschlags wohl von Bedeutung.

Ich setze das ganze Verfahren, nach welchem ich *nicht einmal,* sondern öfter und bei immer gleichen Resultaten gearbeitet habe, hierher. —

*A.* Vier und ein halbes Loth vollkommen reine Salpetersäure, welche durch Verdünnung mit destillirtem Wasser so weit gebracht worden, dafs sie bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur 1,10 schwer ist, werden mit siebenundzwanzig Loth reinem destillirtem Wasser vermischt, in eine gläserne Flasche gegossen, welche nur zu dreiviertheil davon angefüllt seyn darf. Hierauf wird ein Loth reines in ganz dünne Fäden geschnittenes Zinn in die Flasche hineingesteckt, und diese mit einem schlechtschliefsenden gläsernen Stöpsel verschlossen, und im Winter in ein kühles Zimmer, im Sommer in einen Eimer mit kaltem Wasser gestellt, welches so oft erneuert wird, als es sich erwärmt.

Die Flasche wird wenigstens alle halbe Stunden umgeschüttelt, und nach Verlauf von 24 Stunden von dem noch übrigen Zinn behutsam und klar in ein grofses Glas abgegossen, und mit sechszehn Pfund und achtundzwanzig Loth destillirtem Wasser verdünnt.

Sollte die Zinnauflösung vor Ablauf der 24 Stunden die mindeste Trübung zeigen, so mufs sie sogleich vom rückständigen Zinn abgegossen, nach vorbeschriebener Weise verdünnt und verbraucht werden. —

*B.* Dreifsig Gran ganz reines Silber *) werden in

*) Ich benutze dazu reines aus Chlorsilber reducirtes Silber, was in Salpetersäure wieder aufgelöst und durch Eisenvitriolauflösung mit der gehörigen Vorsicht niedergeschlagen, mit destillirtem Wasser ausgesüfst und getrocknet war, und als höchst feines Pulver sehr leicht auflöslich in Salpetersäure ist.

einem tiefen Porcellangefäfse in gerade so viel reiner Salpetersäure aufgelöst, als zur Auflösung nöthig ist. Ich setze daher die Säure in sehr kleinen Portionen zu und neutralisire die Auflösung durch gelindes Abdampfen.

Die Silberauflösung wird dann mit dreifsig Loth destillirtem Wasser in einem reinen Glase verdünnt und bei Seite gestellt.

*C.* Einhundert und achtzig Gran reine weifse concentrirte Schwefelsäure werden in einem reinen Glase mit sieben und einem halben Loth destillirtem Wasser behutsam verdünnt und bei Seite gestellt.

*D.* Man gieſse die verdünnte salpetersaure Silberauflösung (*B*) in die verdünnte salpetersaure Zinnauflösung (*A*), rühre die Flüssigkeit mit einer reinen Glasstange wohl untereinander und lasse sie dann ruhig stehen.

Nach Verlauf einiger Minuten nimmt die Flüssigkeit eine gelbe, dann eine braune, dann eine braunrothe, und zuletzt eine dunkelpurpurbraune Farbe an. *Sobald* die völlig undurchsichtig gewordene Flüssigkeit nicht mehr dunkler wird, gieſst man die verdünnte Schwefelsäure (*C*) hinzu und rührt die Mischung mit einer Glasstange durcheinander.

Es trennt sich alsbald ein dunkelpurpurbrauner Niederschlag, der sich gut setzt, ausgesüfst und getrocknet wird.

Schon während des Aussüfsens mit destillirtem Wasser pflegt der Niederschlag die purpurbraune Farbe zu verändern. —

Setzt man den zusammengegossenen salpetersauren Silber- und Zinn-Auflösungen keine Schwefelsäure zu, so erhellt sich die Flüssigkeit nach und nach wieder, wird zuletzt blafsgelb und läfst nur einen unbedeutenden Niederschlag fallen. —

Glasflüsse färbt der aus der gemengten salpetersauren Zinn- und Silber-Auflösung durch Schwefelsäure dargestellte Niederschlag nicht.

## XII. *Ueber die unterphosphorichtsauren Salze; von Heinrich Rose*

(Schluſs).

*Unterphosphorichtsaures Bleioxyd.* Digerirt man kalt einen Ueberschuſs von Bleioxyd mit unterphosphorichter Säure, so bläut die Auflösung stark rothes Lackmuspapier; sie enthält daher ein basisches Bleisalz. Sättigt man sie mit unterphosphorichter Säure, so erhält man eine Auflösung des neutralen Salzes, das in blättrigen Krystallen anschieſst, deren Form sich nicht gut bestimmen läſst. Dieses Salz ist im Wasser etwas schwer löslich, im heiſsen Wasser weit löslicher als im kalten. Die Auflösung röthet etwas das Lackmuspapier. Im Alkohol ist es ganz unlöslich, selbst wenn derselbe ziemlich wäſsrig ist. Wenn man die wäſsrige Auflösung des Salzes mit starkem, nicht absolutem Alkohol vermischt, so scheidet sich die ganze Masse des Salzes vollkommen aus; im abfiltrirten sehr wäſsrigen Alkohol ist nicht eine Spur von Bleioxyd zu entdecken. Das auf diese Weise abgeschiedene Salz hat beim Umrühren Perlmutterglanz, und im Aeuſsern Aehnlichkeit mit dem sauren margarinsauren Kali, das durch Auflösung von Seife in vielem Wasser sich abscheidet.

Wird das neutrale unterphosphorichtsaure Bleioxyd in einer Retorte geglüht, so entwickelt sich eine groſse Menge von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas. Der Rückstand ist ziemlich weiſs, und enthält weniger Phosphorsubstanz als andere geglühte unterphosphorichtsaure Salze. Das entbundene Phosphorwasserstoffgas ist daher auch reiner. Es enthält indessen doch immer noch Wasserstoffgas, und wird daher von einer Auflösung eines Silberoxydsalzes oder von Kupfervitriol-Auflösung nicht vollständig absorbirt. Das Volumen des nicht absorbirten Gases

Gases ist indessen geringer, als das nicht durch Silberoxydauflösung absorbirte Gas von dem Gase, das durch Erhitzen der unterphosphorichtsauren Kalkerde erzeugt wird.

Die basisch reagirende Flüssigkeit, die, wenn man mit unterphosphorichter Säure einen Ueberschufs von Bleioxyd hat digeriren lassen, von demselben abfiltrirt worden ist, setzt nach einiger Zeit, wenn sie auch kalt in verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt wird, ein weifses Pulver ab. Bewahrt man die Auflösung sehr lange Zeit in verschlossenen Gefäfsen auf, so röthet sie, wie die Auflösung des neutralen Salzes, schwach das Lackmuspapier; das basische Salz hat sich an die Wände des Gefäfses als ein krystallinisches sandartiges Pulver abgesetzt. — Die basisch reagirende Flüssigkeit wurde unter der Luftpumpe zur Trockne abgedunstet, wodurch ich krystallinische Krusten von Diamantglanz erhielt, die in einer Retorte geglüht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas gaben. 1,735 Grm. davon mit Salpetersäure oxydirt gaben 1,775 Grm. geglühtes oxydirtes Salz, das an manchen Stellen etwas gelblich wie blofses Bleioxyd aussah. Mit Schwefelsäure zersetzt gab es 1,896 Grm. schwefelsaures Bleioxyd, das mit Alkohol ausgesüfst wurde. Das Salz enthielt daher 80,41 Bleioxyd, 12,11 unterphosphorichte Säure und 7,49 Wasser. Der Sauerstoff des Bleioxyds verhält sich zu dem der Säure wie 5,77:2,46 oder wie $2\frac{1}{3}$:1. Man sieht daraus offenbar, dafs das erhaltene Salz eine Mengung von neutralem und einem basischen unterphosphorichtsauren Salze ist, in welchem letztern sich vielleicht der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 3:1 verhält. — Von dem Salze, das sich von selbst durch blofses Stehen aus der basischen Flüssigkeit absetzt, erhielt ich zu wenig, um es untersuchen zu können. Ich suchte es dadurch in gröfserer Menge hervorzubringen, dafs ich zu einer Flüssigkeit, aus welcher sich durch langes Stehen in verschlossenen Gefäfsen alles basi-

sche Salz von selbst abgesondert hatte, und die, wie die Auflösung des neutralen Salzes, das Lackmuspapier schwach röthete, kaustisches Ammoniak setzte, und darauf die Flasche verkorkte, damit sich kein kohlensaures Bleioxyd bilden könnte. Es entstand im Anfange keine Trübung, sondern erst nach mehreren Stunden. Der abfiltrirte Niederschlag liefs sich nicht vollständig aussüfsen, sondern löste sich dabei etwas auf. 0,574 Grm. davon mit Salpetersäure oxydirt gaben 0,541 Grm. geglühten Rückstand, der geschmolzen war, und gelb wie reines Bleioxyd aussah. Mit Schwefelsäure behandelt gab er 0,712 Grm. schwefelsaures Bleioxyd, das mit Alkohol ausgesüfst wurde. Hieraus ergiebt sich, dafs der durch Ammoniak gefällte Niederschlag Bleioxydhydrat war, das nur eine Spur von unterphosphorichter Säure enthielt. Die Zusammensetzung im Hundert ist: 91,29 Bleioxyd, 7,14 Wasser und 1,57 unterphosphorichte Säure. Der Sauerstoff im Bleioxyd verhält sich zu dem im Wasser wie 6,54:6,35, woraus zu folgen scheint, dafs in diesem Bleioxydhydrat das Oxyd und das Wasser gleich viel Sauerstoff enthalten. — Die von dem Niederschlage abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit trübte sich durch's Kochen stark, und setzte dadurch einen flockigen Niederschlag ab. Er wurde filtrirt und ausgesüfst; die abfiltrirte Flüssigkeit enthielt noch Bleioxyd; der Niederschlag liefs sich indessen so vollkommen aussüfsen, dafs das Abwaschwasser keine Spur von Bleioxyd zeigte. Der getrocknete Niederschlag mit Salpetersäure behandelt, entwickelte Kohlensäure, weil sich beim Kochen beim Zutritt der Luft etwas kohlensaures Bleioxyd gebildet hatte. 0,830 Grm. vollständig oxydirt und geglüht wogen 0,798 Grm., die mit Schwefelsäure behandelt 0,978 Grm. schwefelsaures Bleioxyd gaben. Der Niederschlag war daher im Hundert zusammengesetzt aus 86,63 Bleioxyd, 4,58 unterphosphorichter Säure und 8,79 Wasser. Der Sauerstoff des Oxyds verhält sich zu dem der Säure wie 6,21:0,93. Diese Zusam-

mensetzung ist aber deshalb nicht genau, weil das Salz auch kohlensaures Bleioxyd enthielt. Sehr wahrscheinlich verhält sich in diesem basischen Salze der Sauerstoff des Oxyds zu dem der Säure wie 6:1.

Wenn man einen Ueberschufs von Bleioxyd mit unterphosphorichter Säure sehr lange und warm digerirt, so fängt nach einigen Tagen Blei an sich zu reduciren. Die Menge des reducirten Bleies kann sehr bedeutend seyn, wenn man das Oxyd mit der Säure gekocht hat. Man mufs deshalb, wenn man unterphosphorichte Säure von Schwefelsäure durch Bleioxyd trennen will, nur eine kalte und möglichst kurze Zeit dauernde Digestion anwenden. Die Reduction des Bleies erfolgt durchaus nicht bei Auflösungen des neutralen und des basischen Salzes, wenn man dieselben auch kocht und lange aufbewahrt; es ist nöthig, dafs dazu ein gröfserer Ueberschufs von Bleioxyd zugegen sey. Der Grund dieser Erscheinung ist offenbar folgender: Durch Kochen von Auflösungen unterphosphorichtsaurer Salze mit starken Basen, wird, wie ich am Schlusse dieser Abhandlung zeigen werde, Wasser zersetzt, Phosphorsäure gebildet und Wasserstoffgas entwickelt. In diesem Falle wird aber fast kein Wasserstoffgas entwickelt, sondern dafür Bleioxyd reducirt.

*Unterphosphorichtsaures Kupferoxyd.* In der Kälte kann die unterphosphorichte Säure frisch gefälltes Kupferoxyd auflösen, ohne dasselbe zu reduciren. Die Auflösung ist blau, wie die der meisten Kupfersalze. Sie kann sehr lange aufbewahrt werden, ohne dafs sie sich verändert, ja man kann sie selbst, wenn sie nicht sehr concentrirt ist, erhitzen, ohne dafs eine Reduction statt findet. Läfst man die Säure mehrere Monate über Kupferoxyd kalt stehen, so reducirt sich endlich etwas Kupfer. Dampft man die Auflösung des unterphosphorichtsauren Kupferoxyds ab, so findet, doch erst bei sehr starker Concentration, eine vollständige Reduction statt. Dasselbe er-

folgt auch, wenn man, ohne die Auflösung zu erwärmen, dieselbe unter der Luftpumpe bis zur Trockne abdampft*).

*Unterphosphorichtsaures Eisenoxydul.* Eisen wurde mit unterphosphorichter Säure beim Ausschlufs der Luft behandelt. Es löste sich darin mit Wasserstoffgasentwicklung auf. Die Auflösung wurde schnell, damit sie sich nicht höher oxydiren konnte, unter der Luftpumpe abgedampft. Ich erhielt eine hellgrüne krystallinische Masse, die in einer Retorte erhitzt, sich wie unterphosphorichtsaures Zinkoxyd verhielt.

*Unterphosphorichtsaures Eisenoxyd.* Frisch gefälltes Eisenoxyd kalt mit unterphosphorichter Säure digerirt, löst sich nur in geringer Menge, aber diese ohne zu Oxydul reducirt zu werden in derselben auf. Es bildete sich ein in freier Säure schwerlösliches weifses Salz, das in einer Retorte erhitzt selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas gab. — Wurde Eisenoxyd mit unterphosphorich-

*) Bei der Beschreibung der phosphorichtsauren Salze hatte ich das *phosphorichtsaure Kupferoxyd* nicht erwähnt; es ist hier eine schickliche Stelle, einige Worte darüber zu sagen. Ich erhielt es, indem ich eine Auflösung von Kupferchlorid mit neutralem phosphorichtsauren Ammoniak fällte. Es entstand ein schöner blauer Niederschlag, der sich vollkommen aussüfsen und trocknen liefs. Er konnte selbst an einem warmen Orte getrocknet werden, ohne dafs eine Reduction statt fand. In einer Retorte erhitzt gab er erst viel Wasser und dann einen Strom von reinem Wasserstoffgase; der Inhalt der Retorte wurde braun von reducirtem Kupfer und schmolz. Als die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt wurde, löste sich saures phosphorsaures Kupferoxyd auf; noch mehr davon durch Digestion mit Chlorwasserstoffsäure, es blieb regulinisches Kupfer unaufgelöst zurück. Die phosphorichte Säure hatte sich also theils auf Kosten eines Theils Kupferoxyd, theils durch Sauerstoff vom zersetztem Wasser in Phosphorsäure verwandelt, und mit unzersetztem Kupferoxyde sich zu einem sauren Salze verbunden.

Löst man phosphorichtsaures Kupferoxyd in phosphorichter Säure auf, und kocht die Auflösung, so findet eine Reduction des Kupferoxyds statt, doch wird nicht die ganze Masse desselben reducirt.

ter Säure gekocht, so wurde das Oxyd zu Eisenoxydul reducirt, das mit unzersetzter unterphosphorichter Säure als unterphosphorichtsaures Eisenoxydul aufgelöst blieb, während die entstandene Phosphorsäure, mit Eisenoxyd verbunden, unaufgelöst und mit dem Ueberschufs des Eisenoxyds gemengt blieb.

Ich hatte versucht, wie ich schon oben angeführt habe, mehrere unterphosphorichtsaure Salze durch Zersetzung einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde mit einem Ueberschufs eines unlöslichen oxalsauren Salzes darzustellen. Es glückte mir diefs vollkommen, um unterphosphorichtsaure Talkerde und Manganoxydul zu bereiten, die ich bei mehrmaligen Bereitungen immer frei von Kalkerde fand; alle unlösliche oxalsaure Salze, die ich anwandte, wurden zwar durch die unterphosphorichtsaure Kalkerde zersetzt, aber das entstandene unterphosphorichtsaure Salz enthielt immer gröfsere oder geringere Mengen von unterphosphorichtsaurer Kalkerde, wenn auch der gröfste Ueberschufs des oxalsauren Salzes angewandt worden war. Ich wage es nicht, eine Erklärung dieser Thatsachen zu geben, weil die Theorie der Zersetzung der löslichen Salze durch unlösliche noch nicht gehörig entwickelt worden ist, denn die treffliche Arbeit von Dulong ist früher erschienen, als die Lehre von den bestimmten Proportionen fest begründet war. — Die Verbindungen von unterphosphorichtsauren Salzen mit unterphosphorichtsaurer Kalkerde, die ich dargestellt habe, sind: Unterphosphorichtsaures Cadmiumoxyd, Eisenoxydul, Kobaltoxyd, Zinkoxyd und Bleioxyd. Die Menge der in ihnen enthaltenen unterphosphorichtsauren Kalkerde ist sehr verschieden, und steht nach den Untersuchungen, die ich darüber angestellt habe, in keinem bestimmten Verhältnifs zu der Menge der andern unterphosphorichtsauren Base. Die Verbindung des unterphosphorichtsauren Cadmiumoxyds, Eisenoxyduls und Kobaltoxyds mit der unterphosphorichtsauren Kalkerde sind von mir des-

halb untersucht worden, um zu sehen, in welchen Verhältnissen die unterphosphorichtsaure Kalkerde sich mit andern unterphosphorichtsauren Basen verbinden könne.

Die Verbindung von *unterphosphorichtsaurem Cadmiumoxyd mit unterphosphorichtsaurer Kalkerde* durch Kochen von oxalsaurem Cadmiumoxyd mit einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde, und Abdampfen der erhaltenen abfiltrirten Flüssigkeit unter der Luftpumpe erhalten, bildet Krystalle, deren Form nicht bestimmt werden konnte. 2,622 Grm. davon in Wasser aufgelöst, gaben mit Schwefelwasserstoffgas 1,257 Grm. Schwefelcadmium, und darauf mit oxalsaurem Ammoniak oxalsaure Kalkerde, die geglüht, 0,073 Grm. kohlensaure Kalkerde gab. Das Salz war also im Hundert zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| Unterphosphorichtsaurem Cadmiumoxyd | 68,80 |
| Unterphosphorichtsaurer Kalkerde | 3,74 |
| Wasser | 27,46 |
| | 100,00. |

Man könnte diese Verbindung, wegen der sehr geringen Menge der unterphosphorichtsauren Kalkerde, für reines unterphosphorichtsaures Cadmiumoxyd halten. Es verhielt sich in der Hinsicht anders, als letzteres, dafs es in einer Retorte erhitzt selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entwickelte. Es enthält offenbar 4 Atome Krystallisationswasser (die Kalkerde hat 0,44, das Cadmiumoxyd 5,34, und das Wasser 24,42 Sauerstoff); weshalb es weder die Form der unterphosphorichtsauren Kalkerde, noch die des unterphosphorichtsauren Kobaltoxyds hat.

Die Verbindung von *unterphosphorichtsaurem Eisenoxydul mit unterphosphorichtsaurer Kalkerde* wurde aus reinem frisch bereitetem oxalsauren Eisenoxydul, das ganz frei von Eisenoxyd war, dargestellt. Nachdem dieſs mit einer Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde

sehr lange gekocht worden war, liefs ich alles in einer verschlossenen Flasche erkalten, worauf die schnell filtrirte Flüssigkeit sogleich unter der Luftpumpe abgedampft wurde. Ich erhielt grünliche krystallinische Krusten; das Salz enthielt nur eine höchst geringe Spur von Eisenoxyd. In der Retorte erhitzt gab es nur selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas. Bei der Analyse wurde das Eisenoxydul durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium niedergeschlagen, und das Schwefeleisen in Eisenoxyd verwandelt. Ich erhielt aus 2,230 Grm. des Salzes 0,536 Grm. Eisenoxyd, so wie oxalsaure Kalkerde, die geglüht 0,532 kohlensaure Kalkerde gab. Diefs giebt folgende Zusammensetzung des Salzes:

| | |
|---|---|
| Unterphosphorichtsaures Eisenoxydul | 44,73 |
| Unterphosphorichtsaure Kalkerde | 31,37 |
| Wasser | 23,90 |
| | 1000. |

Die Sauerstoffmengen des Eisenoxyduls, der Kalkerde und des Wassers verhalten sich wie 4,80:3,69:21,26, woraus man sieht, dafs das Salz $2\frac{1}{2}$ At. Wasser enthält.

Eine Verbindung von *unterphosphorichtsaurem Kobaltoxyde* und *unterphosphorichtsaurer Kalkerde*, auf gleiche Weise wie die vorhergehenden Verbindungen dargestellt, krystallisirte in Octaëdern von rother Farbe, die Aehnlichkeit mit dem reinen unterphosphorichtsaurem Kobaltoxyde hatten. Sie verwitterten nur noch schneller als dieses. 1,797 Grm. des Salzes gaben bei der Analyse 0,242 Grm. Kobaltoxyd und 0,602 Grm. kohlensaure Kalkerde, woraus folgende Zusammensetzung des Salzes folgt:

| | |
|---|---|
| Unterphosphorichtsaures Kobaltoxyd | 27,61 |
| Unterphosphorichtsaure Kalkerde | 44,96 |
| Wasser | 27,43 |
| | 100,00. |

Die Sauerstoffmengen des Kobaltoxyds, der Kalk-

erde und des Wassers verhalten sich wie 2,87:5,29:24,40; im Salze sind also 3 Atome Wasser enthalten, was auffallend ist, da man wegen der Krystallform 8 At. darin vermuthen könnte. Merkwürdig ist es aber, dafs ungeachtet des so sehr bedeutenden Gehalts an unterphosphorichtsaurer Kalkerde beim Erhitzen in einer Retorte dieses Salz sich gerade wie reines unterphosphorichtsaures Kobaltoxyd verhält; es entwickelt sich nicht eine einzige Blase von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas, sondern eine Menge eines Gases, das angezündet mit starker Phosphorflamme brannte. Der Rückstand war in concentrirter Chlorwasserstoffsäure unlöslich; es löste sich in derselben selbst nicht einmal Kalkerde auf. Es hatte sich also hierbei Phosphorwasserstoffgas im Minimum von Phosphor gebildet, und die Zersetzung durch die Hitze war auf dieselbe Weise erfolgt, als wenn keine unterphosphorichtsaure Kalkerde zugegen gewesen wäre.

Ich habe diese Untersuchungen nur deshalb vorzüglich hier angeführt, um darauf aufmerksam zu machen, wie verschieden die Producte bei Zersetzungen von löslichen Salzen durch unlösliche seyn können. Ich habe die so eben beschriebenen Salze, so wie die Doppelverbindungen aus unterphosphorichtsaurem Zinkoxyde und Bleioxyd mit unterphosphorichtsaurer Kalkerde mehrere Male dargestellt, aber obgleich ich bei jedem neuen Versuche die Menge des unlöslichen oxalsauren Salzes vermehrte, so fand ich bei qualitativen Untersuchungen immer in der abfiltrirten Auflösung Kalkerde. Die Ursach, warum auf diese Weise nur die Verbindungen der unterphosphorichten Säure mit der Talkerde und dem Manganoxydul rein dargestellt werden können, liegt gewifs in der nicht völligen Unlöslichkeit der oxalsauren Talkerde und des oxalsauren Manganoxyduls im Wasser.

Ehe ich diese Abhandlung schliefse, mufs ich hier noch einen Umstand erwähnen, der für die Analysen des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases von Wich-

tigkeit ist. Die unterphosphorichtsauren Salze erhalten sich im trocknen Zustand an der Luft, ohne verändert zu werden. Ihre Auflösungen verändern sich zwar, wenn sie an der Luft erhitzt werden, indem dann ein Theil der Säure höher oxydirt wird, wie ich dieſs auch schon früher angegeben habe *), aber sie können, ohne im mindesten verändert zu werden, sehr lange gekocht werden, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird. Ich habe eine Auflösung von reinem unterphosphorichtsauren Kali in einem Kolben mit einer Gasableitungsröhre, die unter Wasser endigte, eine halbe Stunde gekocht, und im Gefäſse bis zur Trockne verdampft, ohne daſs sich das Salz veränderte, und sich auch nur eine Blase von einer permanenten Gasart entwickelte. Ganz anders ist aber der Erfolg, wenn kaustische Basen zugegen sind. Kochte ich eine Auflösung von unterphosphorichtsaurem Kali mit kaustischem Kali, so oxydirte sich die unterphosphorichte Säure auf Kosten des Wassers zu Phosphorsäure und es entwickelte sich Wasserstoffgas. Die Entwickelung dieses Gases ist nur gering, wenn die Auflösungen sehr verdünnt sind, concentriren sie sich aber nach und nach, so entwickelt sich immer mehr und mehr von diesem Gase, und ist dann ein etwas groſser Ueberschuſs von einer sehr concentrirten Auflösung von kaustischem Kali vorhanden, so ist die Entwickelung des Gases so rasch, als wenn man es durch verdünnte Schwefelsäure und Zink bereitet. Ich habe auf diese Weise einige Grammen von unterphosphorichtsaurem Kali durch kaustisches Kali so gänzlich in phosphorsaures verwandelt, daſs, als die Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und mit Quecksilberchloridauflösung versetzt wurde, keine Spur von Quecksilberchlorür entstand. Eine Auflösung von unterphosphorichtsaurer Kalkerde mit kaustischer Kalkerde gekocht entwickelt auch Wasserstoffgas, doch bei weitem weniger, als unterphosphorichtsaures Kali

*) Poggendorff's Ann. Bd. IX. p. 376.

mit kaustischem Kali. — Dieſs ist der Grund, warum immer bei der gewöhnlichen Bereitung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffgases zugleich Wasserstoffgas entwickelt wird, und man zuletzt ein Gas erhält, das sich nicht mehr von selbst an der Luft entzündet. Man hat dieſs bei der Bereitung des Phosphorwasserstoffgases durch Kali und Phosphor schon lange bemerkt; man wird dabei auch gesehen haben, daſs die Gasentwickelung noch lange fortdauert, wenn auch schon aller Phosphor verschwunden ist.

Die Zersetzung des Wassers durch unterphosphorichtsaure Salze vermittelst starker Basen rührt von der Verwandtschaft der entstehenden Phosphorsäure zu letztern her. Sie ist daher eine Folge von sogenannter praedisponirender Verwandtschaft, und der Erscheinung ähnlich, daſs Eisen und Zink nur bei Gegenwart von einer Säure das Wasser zersetzen können. Zur Zersetzung des Wassers durch unterphosphorichtsaure Salze wird deshalb noch die Gegenwart von starken Basen erfordert, weil die entstehende Phosphorsäure noch einmal so viel Base zur Sättigung bedarf, als die unterphosphorichte Säure; denn phosphorichte Säure, die gleich viel Base wie die Phosphorsäure sättigt, wird auf ähnliche Weise durch starke Basen nicht in Phosphorsäure verwandelt. Ich kochte eine Auflösung einer beträchtlichen Menge von phosphorichtsaurem Kali mit vielem kaustischen Kali so lange, daſs Alles bis zur Trockne abgedampft war, ohne daſs dadurch die kleinste Blase von Wasserstoffgas erzeugt wurde.

## XIII. *Ueber die allgemeinen Gesetze der stündlichen Schwankungen des Barometers; von Alexander von Humboldt.*

(Die Abhandlung über die stündlichen Barometeroscillationen, welche Hr. v. Humboldt in einem der letzten Theile seines Reisewerks *) bekannt gemacht hat, ist von so mannigfaltigem Interesse, dafs ich schon längst den Wunsch gehegt habe, sie den Lesern mittheilen zu können. Da indefs der Raum die Mittheilung des Ganzen leider nicht gestattet, so beschränke ich mich gegenwärtig darauf, nur die Uebersicht zu geben, worin der Hr. Verfasser am Schlusse der Abhandlung die Hauptzüge dieses merkwürdigen Phänomenes zusammenstellt. Eine solche Zusammenstellung von dem, was unmittelbares Ergebnifs der Beobachtung ist, dürfte um so weniger überflüssig seyn, als sie vielleicht am einleuchtendsten zeigt, wie wenig die Mehrzahl der bisherigen Beobachtungen, besonders der auf Reisen angestellten, zu jenem höheren Calcule geeignet ist, durch welchen neuerlich einer unserer ausgezeichnetsten Physiker **) versucht hat, schärfere Resultate zu erlangen. *P.*)

---

Die Hauptresultate der bisherigen Beobachtungen über die stündlichen Oscillationen des Barometers lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1. Die stündlichen Oscillationen des Barometers zeigen sich überall auf der Erde, in der heifsen Zone wie in der gemäfsigten und kalten, am Spiegel des Meeres wie in Höhen von mehr als 2000 Toisen. Diese Oscillationen sind periodisch, und bestehen überall aus einem zweimaligen Steigen und Fallen. Die beiden atmosphärischen Fluthen sind im Allgemeinen nicht von gleicher Dauer. Vergleicht man die, freilich an Genauigkeit sehr

*) *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent etc. Tom. X. p.* 330. der Ausgabe in Octav.

**) Hällström in dies. Ann. Bd. 84. S. 131. 299. 443. u. Bd. 87. S. 251.

ungleichen Resultate, welche von dreifsig Beobachtern zwischen 25° südlicher Breite und 55° nördlicher Breite erhalten worden sind, so findet man zwischen den Zeiten der Maxima und Minima Unterschiede von zwei Stunden, und schliefst man nur 5 Resultate aus, so fällt das vormittägige *Maximum* zwischen $8^h\frac{1}{2}$ und $10^h\frac{1}{2}$, das nachmittägige *Minimum* zwischen $3^h$ und $5^h$, das vormitternächtliche *Maximum* zwischen $9^h$ und $11^h$, und das nachmitternächtliche *Minimum* zwischen $3^h$ und $5^h$. Vorauszusehen ist, dafs diese Gränzen sich weit näher kommen werden, sobald man für die verschiedenen Zonen eine gröfsere Anzahl von Beobachtungen gleicher Genauigkeit haben wird. Vorläufig kann man für die Maxima und Minima als allgemeine Regel annehmen, in der heifsen Zone: $+21^h\frac{1}{4}$; $-16^h$; $+10^h\frac{1}{2}$; $-16^h$, und in der gemäfsigten Zone: $+20^h\frac{1}{2}$; $-3^h\frac{1}{2}$; $+9^h\frac{1}{2}$; $-17^h$, nach astronomischer, vom Mittage gezählter Zeit.

2. In der gemäfsigten Zone liegen die Zeiten des vormittägigen Maximums und des nachmittägigen Minimums dem Mittage ein oder zwei Stunden näher, im Winter wie im Sommer; aber im Sommer scheint sich das Verhalten mehr dem zwischen den Wendekreisen beobachteten zu nähern. Es fehlt noch besonders für das nach Mitternacht eintretende *Minimum* an Beobachtungen, und es ist zu wünschen, dafs man untersuche, welchen Einfluſs die veränderliche Zeit des Sonnenaufgangs auf die Zeit dieses morgendlichen Minimums ausübt.

3. In der heifsen Zone sind die Wendestunden, d. h. die Zeitpunkte, in denen die Oscillationen ihr Maximum oder Minimum erreichen, dieselben am Spiegel des Meeres, wie auch Hochebenen 1300 bis 1400 Toisen über dem Meere. Diese Gleichzeitigkeit soll sich in einigen Theilen der gemäfsigten Zone nicht zeigen, und so z. B. das Barometer im Kloster auf dem grofsen St. Bernhard zu denselben Stunden sinken, zu welchen es in Genf sich hebt. Ist diefs Phänomen allgemein in Europa, so bleibt

zu untersuchen, ob es sich auf grofsen Plateaux ebenfalls zeige wie in Pässen oder engen Schluchten *).

4. Man sieht überall (wie es sich auch voraussehen läfst), dafs die Aenderungen nahe bei den concaven

*) Einige Beobachtungen, die man in Europa in Pässen und am Abhange von Gebirgen gemacht hat, und die Annahme von einer Verschiebung der über einander gelagerten Luftschichten, hatten mehrere Physiker zu der Meinung bewogen, dafs die Maxima und Minima an Orten, wie Guayra und Caracas, an den Küsten der Südsee (zu Payta z. B.) und zu Popayan oder Bogota, zu Vera Cruz und zu Mexico, an der Küste von Malabar, wo Horsburgh beobachtete, und auf den Hochebenen von Mysore und Nepaul, nicht gleichzeitig eintreten könnten. Die Tafel am Schlusse dieses Aufsatzes wird zeigen, dafs diese Zweifel, in Betreff der zwischen den Wendekreisen liegenden Hochebenen, durchaus ungegründet sind. Ramond's Beobachtungen zu Clermont-Ferrand, in einer Höhe von 210 Toisen, berechtigen uns der Analogie nach anzunehmen, dafs man auf den bis zu 320 Toisen aufsteigenden Hochebenen von La Mancha in Spanien, das Barometer zu denselben Stunden steigen sehen würde, wie in Valencia und Cadix. Auf dem St. Bernhard und in Genf beobachtet man zu Tageszeiten, die für die Kenntnifs der Barometeroscillationen am unzweckmäfsigsten sind, nämlich zur veränderlichen Zeit des Sonnenaufgangs und um 2 Uhr Nachmittags. Diese Zeiten gehen dem Eintritt der Maxima und Minima ungleichmäfsig voran. Nach den Beobachtungen zu Genf steht daselbst das Barometer, sowohl im Winter wie im Sommer, ein wenig höher als um zwei Uhr Nachmittags; aber auf dem St. Bernhard waren im J. 1824 unter den 12 monatlichen Mitteln zur Zeit des Sonnenaufgangs 5 kleiner (Januar, April, Juni, August, October) und 3 gröfser (Februar, Mai, Juli) als die Mittel um 2 Uhr, und 4 denselben gleich (*Bouguer, Figure de la Terre, p.* 39. *Deluc, Recherches sur les modif. de l'atm.* §. 528. 530. *u.* 596. *Biblioth. univers. p.* 1820 *Juni, p.* 190. *Tom. X. p.* 20. *D'Aubuisson, Journ. de phys. Tom LXXI. p.* 24.). Bei dem schleunigen Sinken des Barometers am 2. Febr. 1823 trat das Maximum des Fallens auf dem St. Bernhard und in Genf zu derselben Stunde ein (*Biblioth. T. XXII. p.* 111.). Diese Ungewifsheiten über die Gleichzeitigkeit der Oscillationen werden nur dann gehoben werden, wenn man von Genf und vom St. Bernhard, von Mailand und dem Dorfe auf dem Simplon, von Trento und Inspruck mittlere Beob-

und convexen Scheiteln der Curve, durch welche sie sich darstellen lassen, langsamer werden, d. h. dann, wenn die Barometerstände ihr Maximum oder Minimum erreichen; an einigen Orten der Erde scheint der Barometer während einer sehr beträchtlichen Zeit still zu stehen. Diese Zeit schwankt zwischen $15^{\prime}$ und $2^{h}$; bestimmt man die halbe Dauer dieses stationären Zustandes mit Genauigkeit, so mufs man den Augenblick des wahren Maximums von dem unterscheiden, worin für unsere Sinne das Barometer aufhört zu steigen oder zu fallen.

5. Im Allgemeinen wird in der heifsen Zone, zwischen dem Aequator und den Parallelkreisen, $15^{\circ}$ nördlich und südlich von demselben, durch die stärksten Winde, durch Gewitter und Erdbeben, durch die plötzlichsten Aenderungen in der Temperatur und Feuchtigkeit, die Periodicität der Barometervariationen nicht unterbrochen noch abgeändert. Um so mehr Aufmerksamkeit verdient es, dafs in einigen Theilen von Südasien, wo die Moussons mit Heftigkeit wehen (z. B. in Indien), die Regenzeit fast gänzlich den Charakter der stündlichen Variationen

achtungen hat, die zu den Wendestunden selbst angestellt sind. Es kann übrigens seyn, dafs Passe, die auf dem Kamm der Alpen liegen und von hohen Gipfeln umgeben sind, die Zeiten der Maxima und Minima verzögern und abändern, und dafs diese örtlichen Einflüsse sich auf Hochebenen von grofser Ausdehnung nicht mehr zeigen. Um zu wissen, ob selbst in der heifsen Zone die Gleichzeitigkeit unter gewissen Umständen wegfalle, habe ich neuerlich die HH. Boussingault und Rivero aufgefordert, ihre Barometer zu Santa Fe de Bogota und zur Kapelle Notre Dame de Guadalupe zu beobachten, welche letztere, gleichsam angeklebt an einem Felsen, sich fast senkrecht über der Stadt befindet, in einer Höhe von 322 Toisen. Hr. Daniell (*Meteor. Essais* 1823, *p.* 260.) hat geglaubt, aus den Beobachtungen, welche auf der letzten Nordpol-Expedition, besonders auf der Melville's-Insel, und bei den Rocky-Mountains angestellt worden sind, zu ersehen, dafs das Barometer unter dem $74^{\circ}$ der Breite zu Zeiten steigt, zu welchen es unter dem $41^{\circ}$ sinkt. Dieser Gelehrte scheint das Phänomen Strömungen zuzuschreiben, deren Daseyn nicht leicht zu erweisen ist.

verdeckt *), und dafs zu derselben Zeit, wo diese Variationen im Innern des Continents, an den Küsten und in den Meerengen fast unmerklich sind, sie sich unter derselben Breite im offnen Meere ohne Störung zeigen.

6. Zwischen den Wendekreisen sind ein Tag und eine Nacht hinlänglich um die Wendestunden und die Dauer der kleinen Ebben und Fluthen in der Atmosphäre kennen zu lernen; in der gemäfsigten Zone, unter der Breite von 44° und 48°, zeigt sich Periodicität des Phänomens in allen Jahreszeiten in den Mitteln von 15 bis 20 Tagen mit vieler Deutlichkeit.

7. Die ungleiche Gröfse der täglichen Variationen bewirkt, in der heifsen Zone, zu denselben Stunden, in verschiedenen Monaten, mehr oder weniger beträchtliche Unterschiede in den Barometerständen. Die Gröfse der Oscillationen nimmt ab, so wie die Breite und die zufälligen Störungen zunehmen. Die Maxima am Abend sind gewöhnlich ein wenig gröfser als die Maxima am Morgen. Beschränkt man sich auf die Beobachtungen, die genau und zahlreich genug sind, um glaubwürdige Mittelwerthe zu geben; so findet man, dafs die Gröfse der Oscillation von $9^h$ Morgens bis $4^h$ Nachmittags, zwischen dem Aequator und dem Parallelkreise von 10°, in den Ebenen $2^{mm},6$ bis $3^{mm},5$, und auf dem Plateau von Bogota (1365 Toisen Höhe) $2^{mm},3$ beträgt, dagegen 2 Millimeter in den Ebenen an der südlichen Gränze der heifsen Zone. Im ganzen Jahre gehen die täglichen

*) Dieſs ist namentlich zu Bombay von Hrn. Horsburgh beobachtet worden. So wie aber das Wetter nur auf einige Stunden heiter wird, zeigt sich bei dem Barometergange wieder ein Streben zur Regelmäfsigkeit. Auch die Hochlande, welche die Meerenge von Sincapore einfassen, sind nach Hrn. Horsburg hinreichend, um daselbst die Regelmäfsigkeit der Oscillationen zu verdecken (*Nicholson, Journ. Vol. XIII. p.* 20.). Dagegen zeigen sich, nach Hrn. Colebrooke, im Innern von Indien die Oscillationenwiederum unabhängig von den Temperaturvariationen und den Jahreszeiten. *Asiatic. Research. Vol. XII. p.* 266.

Oscillationen zu Bogota von $0^{mm},63$ bis $3^{mm},64$; die monatlichen Mittel schwanken daselbst von $1^{mm},5$ bis $2^{mm},7$. Die Gröfse der Oscillation von $9^h$ Morgens bis $4^h$ Nachmittags steht zu der von $4^h$ Nachmittags bis $11^h$ Nachts, unter den Tropen, in dem Verhältnisse 5:4 oder 5:3. Zwischen 0° und 10° Breite schwanken die täglich Mittel in den Ebenen um $3^{mm},8$, und auf dem Plateau von Bogota um 3 Millimeter. Ein Höhenunterschied von 1400 Toisen hat also wenig Einfluſs auf die Mittelwerthe der täglichen Oscillationen und die Extreme dieser Oscillationen. Der mittlere Barometerstand am Mittage ist zwischen den Wendekreisen beständig etwas (einige Zehntel eines Millimeters) höher, als das Mittel aus den Ständen am Maximum um $9^h$ Morgens und am Minimum um $4^h$ Nachmittags. Begiebt man sich vom Aequatur nach den Polarregionen, so findet man folgende Unterschiede zwischen den Barometerständen um $9^h$ Morgens und $4^h$ Nachmittags: zwischen 0° und 10° Breite $2^{mm},5$ bis $3^{mm},0$; zwischen 28° und 30° Breite $1^{mm},5$; zwischen 43° und 45° Breite $1^{mm},0$; zwischen 48° und 49° Breite $0^{mm},8$; unter 55° Breite $0^{mm},2$.

8. Die monatlichen Mittel der Barometerstände weichen folgendermafsen von einander ab: zwischen den Wendekreisen, um $1^{mm},2$ bis $1^{mm},5$; zu Havannah, Macao und Rio Janeiro, nahe an den beiden Wendekreisen, um 7 bis 8 Millimeter, wie in der gemäfsigten Zone. Die Unterschiede zwischen den Extremen zu denselben Stunden im Laufe des Jahres gehen von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Millimeter; an der Gränze der heifsen Zone, am Wendekreis des Steinbocks steigen sie zuweilen auf $21^{mm}$, und am Wendekreis des Krebses bis 25 und 30 Millimeter. Im gemäfsigten Europa liegen die Gränzen der äufsersten monatlichen Oscillationen, bei der aufsteigenden Bewegung, um die Hälfte näher an einander, als unter dem Wendekreis des Krebses; bei den Gränzen der niedersteigenden Oscillationen ist dieser Unterschied zwischen beiden Zonen weit unbeträcht-

trächtlicher. Nahe am Wendekreis des Krebses, im Golf von Mexico, dient die Unterbrechung der stündlichen Oscillationen als Vorbote herannahender Stürme. Auf der Hochebene von Bogota und selbst in der südlichen Halbkugel, an den Küsten bei Rio Janeiro, nehmen die monatlichen Mittel der Barometerstände vom Juli bis zum December und Januar regelmäfsig ab. An der nördlichen Gränze der heifsen Zone steigen, durch die Nordwinde, die monatlichen Mittel vom December und Januar über die vom Juli und August.

9. Vergleicht man, zwischen den Wendekreisen und in der gemäfsigten Zone, die monatlichen Extreme mit einander, so findet man, dafs die Gränzen der aufsteigenden Oscillationen 2 bis 3 Mal näher an einander liegen, als die Gränzen der niedersteigenden Oscillationen *).

10. Die bis jetzt gesammelten Beobachtungen zeigen nicht, dafs der Mond einen merklichen Einflufs auf die Oscillationen der Atmosphäre habe **). Diese Oscil-

*) In *Havannah* waren nach dem (handschriftlichen) meteorologischen Journale des Hrn. Don Antonio Robredo, im J. 1801, die Extreme, bei den *Maximis* 30″,16 und 30″,41, und bei den *Minimis* 29″,52 und 30″,58 (engl. Maafs). Der Unterschied zwischen den Maximis betrug also $5^{mm},28$, und der zwischen den Minimis $18^{mm},20$. Zu *Paris* und *Strasburg* schwanken in den verschiedenen Monaten die Extreme zwischen den Maximis unter sich nur um 10 bis 12 Millimeter, die Extreme der Minimis dagegen um 20 bis 30 Millimeter.

**) *Laplace, Essai phil. sur les probabilités*, 1825, *p.* 119. 123. 274. *Connaiss. des temps*, 1825. *p.* 312. Der Einflufs der Mondesanziehung würde zwischen den Wendekreisen, wo die stündlichen Variationen so wenig durch die zufälligen Störungen verdeckt sind, am leichtesten wahrzunehmen seyn. Ich habe indefs, obgleich ich mehrere Nächte hindurch beobachtete, nichts Genügendes in dieser Hinsicht bemerken können; allein Hr. Mutis versicherte mich, gefunden zu haben, dafs zu Bogota das Barometer in den Quadraturen höher steige und tiefer falle, als zu den Zeiten der Oppositionen und Conjunctionen, wo die Unterschiede zwischen den Ständen um 11 Uhr Abends und $3\frac{1}{2}$

lationen scheinen von der Sonne hervorgebracht zu werden, aber nicht durch ihre Anziehung, sondern durch ihre Wärmewirkung. Wenn die Sonne die periodischen Oscillationen in der Atmosphäre durch Abänderung der Temperatur hervorbringt, so bleibt noch zu erklären, weshalb die beiden barometrischen *Minima* fast genau mit den Zeitpunkten der gröfsten Wärme am Tage und der kleinsten in der Nacht zusammenfallen.

Was sich aus den zwischen 25° südlicher und 55° nördlicher Breite, und dem Meeresspiegel bis zur Höhe von 1400 Toisen bisher angestellten Beobachtungen direct über die täglichen Barometervariationen ergiebt, zeigt folgende Tafel.

Uhr Morgens auffallend klein werden. Hr. Caldas (*Semanario, T. I. p.* 55.) spricht auch von dieser Beobachtung seines Lehrers. Hr. Boussingault hat seitdem diese Untersuchung wieder vorgenommen (man findet sie in dies. Ann. Bd. 85. S. 148.), aber kein entscheidendes Resultat zur Bestätigung dieser Angaben erhalten können. Der mittlere Barometerstand zur Zeit der Syzygien weicht nach dessen Beobachtungen nur um $0^{mm},16$ von dem zur Zeit der Quadraturen ab. Toaldo glaubte aus den mittleren Ständen von 40 Jahren, freilich bei Anwendung einer eben nicht genauen Methode, gefunden zu haben, dafs in Italien das Barometer während der Quadraturen höher stehe als während der Syzygien, und höher beim Apogeo als im Perigeo. (*De la Infl. degli astri*, 1781, *p.* 122. *Lambert Act. Helv. T. IV. p.* 123. *Journ. de phys.*, 1779, *Juin. p.* 270.). [Mehreres über diesen Gegenstand im folgenden Aufsatz. *P.*]

| Beobachter. | Wendestunden. Minim. nach Mittern. | Maxim. am Morgen. | Minim. nach Mittag. | Maxim. am Abend. | Gröfse d. Oscillation in Millim. | Beobachtungsorte. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lamanon und Mongès . | −4 | +10 | −4 | +10 | — | Atlantischer Ocean am Aequator. |
| Humboldt und Bonpland | −4½ | +9¼ | −4½ | +11 | 2,55 | Tropisches America, zwischen 23° NB. u. 12 SB., u. 0° t bis 1500 t Höhe. |
| Duperrey . . . . . | −3 | +9 | −3½ | +11¼ | 3,40 | Payta, Küste von Peru, 5°6′ SB. |
| Boussingault und Rivero . . . . . | — | +9½ | −3½ | +10 | 2,44 | La Guayra, 10°36′ NB. |
| | −4 | +9 | −4 | +10 | 2,29 | Bogota, 4°35′ NB. u. 1366 t Höhe. |
| Horsburgh . . . . . | −4 | +8½ | −4 | +11 | — | Indisches u. afrikan. Meer, 10° NB., 25 SB. |
| Langsdorf und Horner . | −3½ | +9¾ | −4 | +10½ | — | Südsee zwischen den Tropen. |
| Sabine . . . . . | −5 | +9¼ | −3¾ | +10 | — | Sierra Leona, 8°30′ N. |
| Kater . . . . . | −5 | +10½ | −4 | +10½ | — | Hocheb. v. Mysore, 14°11′ NB. u. 400 t Höhe Regenzeit. |
| Simonoff . . . . . | −3½ | +9½ | −3½ | +9¾ | — | Südsee, 24°30′ NB. bis 25°0′ SB. |
| Richelet . . . . . | −5 | +9 | −5 | +10 | — | Macao, 22°12′ NB. |
| Balfour . . . . . | −6 | +9¼ | −6 | +10 | — | Calcutta, 22°34′ NB. |
| Dorta, Freycinet, Eschwege | −3 | +9¼ | −4 | +11 | 2,34 | Brasilien, zu Rio Janeiro 22°54′ SB. und bei den Missionen der Coroatos-Indier. |
| Hamilton . . . . . | — | — | — | — | — | Hochebene von Katmandu in Indien, 27°48′ NB. |
| Leopold von Buch . . . | — | +10 | −4 | +11 | 1,10 | Las Palmas auf Gran Canaria, 28°8′ NB. |
| Coutelle . . . . . | −5 | +10 | −5 | +10½ | 1,75 | Cairo, 30°3′. |
| Marqué-Victor . . . . . | Sommer | +8½ | −5½ | +11 | 1,20 | Toulouse, 43°34′. Mittel aus 5 Jahren. |
| | Winter | +10 | −2½ | | | |
| Billiet . . . . . | Sommer | +7½ | −3 | — | 1,00 | Chambery, 35°34′ NB. 137 t Höhe. |
| | Winter | +10 | −2 | | | |
| Ramond . . . . . | Sommer | +8 | −4 | +10 | 0,94 | Clermont-Ferrand, 45°46′ NB. 210 t. Höhe. |
| | Winter | +9 | −3 | +9 | | |
| Herrenschneider . . . . | −5 | +8½ | −3½ | +9½ | 0,80 | Strasburg, 48°34′. Mittel aus 6 Jahren. |
| Arago . . . . . | — | +9 | −3 | — | 0,72 | Paris, 48°50′ NB. 8jährige sehr genaue Beobacht. |
| Nell de Bréauté . . . . | — | +9 | −3 | — | 0,36 | La Chapelle bei Dieppe, 49°55′. |
| Sommer und Bessel . . | — | +8½ | −2½ | +10 | 0,20 | Königsberg, 54°42′ NB. 8 Jahr. |

## XIV. *Ueber den Einfluſs des Mondes auf die Verminderung des Drucks der Atmosphäre; von Hrn. Flaugergues zu Viviers.*

(Auszug aus der Biblioth. universelle T. XXXVI. p. 264.)

Mit der Untersuchung über den Einfluſs des Mondes auf den Barometerstand haben sich mehrere Mathematiker und Physiker beschäftigt, ohne indeſs zu recht genügenden Resultaten gelangt zu seyn. Daniel Bernoulli, welcher, wie es scheint, diese Aufgabe zuerst behandelt, fand durch seine analytischen Untersuchungen, daſs der Barometerstand um 20 Linien gröſser seyn müsse da, wo die Sonne im Zenithe stehe, als da wo sie sich am Horizonte befinde *). Zufolge des Verhältnisses 2:5, welches nach diesem groſsen Mathematiker zwischen den Anziehungskräften der Sonne und des Mondes statt findet, würde hienach die Wirkung des letzteren auf das Barometer 50 Linien betragen! D'Alembert zeigte das Irrige dieser Rechnung, und stellte aus mehreren Gesichtspunkten eine neue an, welche ihn zu dem Schlusse führte, daſs die Schwankung des Barometers in Folge der Anziehung der Sonne und des Mondes ungefähr 3 Linien betragen müſste, ein ebenfalls noch zu groſses Resultat **). Paul Frisi reducirte die gemeinschaftliche Wirkung der Sonne und des Mondes auf $\frac{1}{12\,0}$ Linie ***), und späterhin fand er durch eine neue Rechnung die Wirkung der Sonne zu $\frac{1}{10\,8}$ Linie, und die des Mondes

*) *Traité du flux et reflux de la mer* im 3. Th. p. 164. der *Princip. mathemat. phil. nat.* nach der Ausgabe von Jacquier et le Seur.

**) *D'Alembert, Recherches sur la cause générale des vents. Paris* 1747, *p.* 98.

***) *Pauli Frisii de gravitate universali corporum, libri tres. Mediolani* 1768, *Lib.* 2. *cap. VIII.*

zu $\frac{1}{48}$ oder 0,0208 Linie *). Fontana erhielt durch einen sehr unwahrscheinlichen Calcul für die Mondswirkung $\frac{1}{44}$ oder 0,0227 Linie **). Toaldo, gleichfalls bemüht die Theorie von Frisi zu berichtigen, behauptete, dafs der Unterschied zwischen der gröfsten und kleinsten Mondswirkung $\frac{1}{16}$ oder 0,0625 Linie betrage ***).

Endlich hat Laplace durch Anwendung seiner gelehrten Theorie von den Oscillationen der Atmosphäre auf die Barometerbeobachtungen, welche 8 Jahre lang um $9^h$ Morgens, am Mittage und um 3 Uhr Nachmittags auf dem Observatorium in Paris angestellt wurden, gefunden, dafs der Mond das Barometer um $\frac{1}{18}$ Millimeter hebe und senke, also im Ganzen um $\frac{1}{9}$ Millimeter oder 0,0492 Linie verändere. Aus den Wahrscheinlichkeitsgesetzen schliefst er überdiefs, dafs 40000 Beobachtungen erforderlich seyen, um den Einfluſs des Mondes auf die Atmosphäre gehörig zu erweisen †). Alle diese Berechnungen sind nach Hrn. Flaugergues offenbar zu klein.

Eben so viele Ungewifsheiten findet man in den Beobachtungen, durch welche bisher die Physiker die Mondswirkung zu erweisen gesucht haben, was zum Theil von der unzweckmäfsigen Auswahl der Beobachtungen herrührt. Lambert fand durch Vergleichung von 11jährigen Beobachtungen, die in Nürnberg gemacht waren, dafs 7 Jahrgänge derselben den Barometerstand zur Zeit des Apogeums gröfser gaben, als zur Zeit des Perigeums, dafs

*) *Frisii cosmographiae physicae et mathematicae pars prior et altera. Mediolani, An.* 1774 *et* 1775.

**) *Atti dell' Accademia di Siena, T. V. An.* 1774.

***) *Nouveaux Mémoires de l'académie de Berlin, année* 1778.

†) Die Angabe von Laplace, dafs die Mondswirkung $\frac{1}{18}$ Millimeter oder genauer $0{,}05443^{mm} = 0{,}024129$ Lin. betrage, findet sich in der *Connaissance des Tems* für 1826, *p.* 310. u. 315.; in der *Mecanique céleste, T. III. p.* 296. giebt er aber für die Gröfse der Mondswirkung unter dem Aequator den Werth 0,0006306 Met. oder 0,25970 Lin., welcher nach Hrn. Flaugergues Meinung sich mehr der Wahrheit nähert.

dagegen in den 4 übrigen Jahren der Barometerstand im Perigeo gröfser war als im Apogeo. Auch fand er die Summe der Barometerstände beim Perigeo in diesen letzten 4 Jahren gröfser, als die Summe der Barometerhöhen beim Apogeo in den 7 ersten *). Toaldo fand aus den Beobachtungen von Poleni zu Padua, und von Temanza zu Venedig, dafs das Barometer um die Zeit des Apogeums um 0,047 engl. Zoll oder 0,529 franz. Linie höher stehe, als um die Zeit des Perigeums, auch dafs der mittlere Barometerstand in den Quadraturen gewöhnlich um 0,167 Linien gröfser sey, als in den Syzygien, jedoch auch oft ein umgekehrtes Verhalten zeige **). Cotte schlofs aus 20jährigen Beobachtungen, dafs der mittlere Barometerstand in den Apogeen um 0,334 Lin. höher sey als in den Perigeen, und eben so, dafs er beim Neu- und Vollmonde gröfser sey als bei dem ersten und letzten Viertel ***). Howard dagegen, der seine Beobachtungen in den Vereinigten Staaten anstellte, behauptete, dafs das Barometer in den Quadraturen häufiger steige und in den Syzygien häufiger falle, so dafs sein mittlerer Stand in den Quadraturen gröfser sey als in den Syzygien †). Aus 5jährigen Beobachtungen zu Mühlhausen im Elsafs schlofs Mayer der jüngere, dafs der mittlere Barometerstand in den Syzygien um 0,10 Lin. gröfser sey als in den Quadraturen, und in dem Apogeo 0,39 Lin. gröfser als im Perigeo ††). Van Swinden und de la Mothe, der erstere zu Franecker, der andere zu Bordeaux, haben ebenfalls Beobachtungen zu diesem Behufe angestellt, aber in zu geringer Zahl, um

*) *Acta helvetica, Vol. IV. De Variationibus altitudinum barometricarum a luna pendentibus etc.*

**) *Nouveaux Mémoires de l'académie de Berlin, an.* 1778. *p.* 45.

***) *Mémoires sur la météorologie, Tom. I. p.* 623.

†) *Annuaire du bureau des longitudes pour l'année* 1823. *p.* 176.

††) *Mémoires sur la météorologie par le Père Cotte, T. I. p.* 631. *et T. II. p.* 469.

ein entscheidendes Resultat geben zu können *). Chiminello's und mehrerer anderer Physiker Beobachtungen konnte Hr. Flaugergues sich nicht verschaffen.

Um den fraglichen oder durch die bisherigen Beobachtungen noch nicht gehörig erwiesenen Einfluſs des Mondes auf das Barometer zu ermitteln, beobachtete Hr. Flaugergues 19 Jahre lang täglich das Barometer zur Zeit des wahren Mittags. Er wählte diese Tageszeit, weil vor und nach ihr in Bezug auf die Sonne alles gleich ist, und so zu hoffen stand, den Einfluſs der täglichen, von der Sonne bewirkten Variationen zu umgehen. Das gebrauchte Instrument war ein gutes Gefäſsbarometer, dessen Röhre 2,46 Lin. Durchmesser maſs. Es war mit reinem Quecksilber gefüllt und sorgfältig ausgekocht. Die Skale war von Messing und, so weit es die Barometerschwankungen nöthig machten, in Achtel der Linie getheilt. Mittelst einer Lupe konnte der Barometerstand bis auf $\frac{1}{32}$ Linie abgemessen und noch bis $\frac{1}{64}$ Linie geschätzt werden. Bei der Correction wegen der Capillarität machte Hr. F. von Cavendish **) experimentalen Bestimmungen Gebrauch; sie schienen ihm vor den Tafeln von Zach ***) und Bouvard †) den Vorzug zu verdienen. Sämmtliche Beob-

*) *Ibid. T. I. p.* 628. *et* 631.

**) *Philosoph. Transact. An.* 1776. *Vol.* 66. *p.* 386.

***) *Nuove tavole barometriche e logaritmiche. Genova,* 1818. *p.* 50.

†) *Connaissance des Tems pour l'année* 1812. *p.* 320. *et pour l'année* 1829. *p.* 308. [Ich habe diese neuere Tafel, als von keinem Nutzen, absichtlich nicht in die Annalen aufgenommen. Sie stellen nämlich die Depression des Quecksilbers nur als vom Durchmesser der Röhre abhängig dar, während es längst bekannt ist, und sich ein jeder durch einfache Versuche überzeugen kann, daſs die Capillaritätswirkung, je nach dem Grade der Auskochung des Quecksilbers, bei einem und demselben Rohre, gar sehr verschieden seyn kann. Den von Hrn. F. angewandten Bestimmungen von Cavendish trifft freilich derselbe Vorwurf, allein da es sich hier im Grunde nur um Barometerunterschiede handelt, so hat diese für alle Barometerstände constante Correction keinen nachtheiligen Einfluſs. *P.*]

achtungen wurden nach den von Dulong und Petit bestimmten Coëfficienten der Ausdehnung des Quecksilbers auf 0° reducirt. Auch wurde die Correction wegen des Niveaus angebracht, da die Skale an Hrn. F. Barometer nicht verschiebbar war; Hr F. berücksichtigte auch hiebei den Einfluſs der Temperatur.

Die Resultate dieser vom 19. Octob. 1808 bis zum 18. Octob. 1827 zur Mittagszeit in Viviers (44°29′1″ NB, 2°20′55″,5 östl. von Paris und 29,12 Toisen über dem Meere) angestellten und auf 0° R. reducirten Barometerbeobachtungen sind nun folgende:

| | Zahl der Beobachtungen. | Mittlere Barometerstände. | Auf Millimeter reducirt. |
|---|---|---|---|
| Allgemeines Mittel . . . . . | 6915 | 27″11‴,29 | 755$^{mm}$,44 |
| Conjunction oder Neumond | 234 | 11,27 | 755,39 |
| Erster Octant . . . . . | 234 | 11,26 | 755,37 |
| Erste Quadratur . . . . . | 234 | 11,26 | 755,37 |
| Zweiter Octant . . . . . | 235 | 10,94 | 754,65 |
| Opposition oder Vollmond . | 234 | 11,20 | 755,23 |
| Dritter Octant . . . . . | 234 | 11,47 | 755,70 |
| Zweite Quadratur . . . . . | 234 | 11,68 | 756,32 |
| Vierter Octant . . . . . | 235 | 11,31 | 755,48 |
| Nördliches Lunistitium . . . | 258 | 11,42 | 755,73 |
| Südliches Lunistitium . . . . | 258 | 11,28 | 755,42 |
| Perigeum (Parall. Aeq. 60′24″) | 252 | 10,97 | 754,72 |
| Apogeum (Parall. Aeq. 54′4″) | 252 | 11,46 | 755,82 |

Aus dieser Tafel schlieſst Hr. F. Folgendes:

1) Das Barometer macht während eines synodischen Umlaufes des Monds eine regelmäſsige Oscillation, bei welcher es im zweiten Octanten sein Minimum, und in der zweiten Quadratur sein Maximum erreicht. Der Unterschied zwischen beiden beträgt 0,74 Lin. oder 1,67$^{mm}$, und die Abweichung des Maximums und Minimums vom mittleren Stand 0,35 Lin. und 0,39 Lin. Da die Beobachtungen zur Mittagsstunde angestellt worden sind, so

hat auf sie die Sonne keinen Einfluſs oder wenigstens nur einen constanten auf alle. Man kann daher von der Sonne absehen und den synodischen Umlauf des Mondes als einen Mondstag, so wie die Phasen als Mondsstunden ansehen. Rechnet man nun den mittleren Mondstag zu $24^h\ 50'$ mittl. Sonnenzeit, so erreicht das Barometer sein *Minimum*, wenn der Mond 135° östlich vom Meridiane steht, d. h. $9^h18'\frac{3}{4}$ mittl. Zeit vor dessen oberer Culmination, und dagegen sein *Maximum* $6^h12'\frac{1}{2}$ nach der Culmination des Mondes, oder wenn derselbe 90° westlich vom Meridiane entfernt ist. Der Mond bewirkt also bei seinem täglichen Umlaufe um die Erde nur *eine* Ebbe und *eine* Fluth in der Atmosphäre, während er in derselben Zeit im Meere zweimal Ebbe und Fluth hervorbringt. Dabei ist zu merken, daſs der Mond nur indirect, vermittelst der Atmosphäre, auf das Barometer wirkt; der directe Einfluſs desselben ist, wie Newton gezeigt hat *), unmerklich.

2) Die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre hängt von der Declination desselben ab, wenigstens steht in der Breite von Viviers das Barometer bei nördlichem Lunistitio höher, als beim südlichen. Dieſs Resultat widerspricht dem, was Laplace aus seiner Theorie gefolgert hat, nämlich: daſs die Art der Declination beider Gestirne (der Sonne und des Mondes) keinen merklichen Einfluſs auf die Modificationen der Atmosphäre ausübe **).

3) Die Wirkung des Mondes ist von seinem Abstand von der Erde bedingt. Nach der mitgetheilten Tafel ist der mittlere Barometerstand im Perigeo um 0,49 Linien geringer als im Apogeo.

Da der Mond nicht immer an den Tagen, wo er

*) *J. Newtonii, Principia math. philosophiae naturalis, libr. III. cap. XXXVII. art.* 2.

**) *Mécanique céleste, T. II. p.* 298.

sich auf der Apsiden-Linie befindet, seinen gröfsten und kleinsten Abstand von der Erde besitzt, so wählte Hr. F. zu dieser letzten Untersuchung diejenigen Tage aus, an welchen die Horizontalparallaxe des Mondes am gröfsten und kleinsten gewesen war; und da der Mond zuweilen, besonders beim Apogeo, zwei Tage hinter einander am Mittage fast dieselbe Parallaxe besitzt, so nahm Hr. F. besonders die Beobachtung von dem letzteren Tage, weil an diesem die Mondswirkung am merklichsten seyn mufste. Da ferner der Mond beim Perigeo nicht immer dieselbe Parallaxe besitzt, eben so wenig wie beim Apogeo, so nahm Hr. F., um die Wirkung des Mondes mit seiner Entfernung von der Erde zu vergleichen, aus den Parallaxen, die der Mond zufolge der *Connaissance de Temps* von 1808 bis 1827 an den Tagen der Perigea und Apogea gehabt hatte, das Mittel. Die Summe der Parallaxen für die 252 beobachteten Perigeen betrug 15219′23″, das Mittel daraus also 60′24″=3624″. Die Summe der Parallaxen für die 252 beobachteten Apogeen war 13623′8″, das Mittel daraus also 54′4″=3244″. Indem nun Hr. F. nach einem Theoreme von Newton annimmt, dafs die Wirkungen des Mondes beim Perigeo und Apogeo sich verhalten wie die Cuben der mittleren Parallaxen für beide Orte, findet er, dafs die Verminderung des atmosphärischen Drucks durch den Mond beim Perigeo 1,73, und beim Apogeo 1,24 Par. Linie betrage *). Durch eine gleiche Rechnung, angestellt mit Hülfe der gröfsten und kleinsten Parallaxe beim Perigeo (3687″ und 3550″) und Apogeo (3255″ und 3233″) des Mondes während den 19 Jahren, bekommt Hr. F. für die Mondswirkung im Perigeo =1,75 Lin., und im Apogeo =1,26 Lin.

*) Bezeichnet nämlich $x$ die Wirkung des Mondes im Perigeo und $m$ seine mittlere Parallaxe daselbst, so wie $y$ die Wirkung desselben im Apogeo und $n$ seine mittlere Parallaxe daselbst; so bestimmt Hr. F. die Werthe von $x$ und $y$ aus den beiden Gleichungen: $\frac{x}{y}=\frac{m^3}{n^3}$ und $x-y=0{,}49$ Linien.

Endlich findet Hr. F. noch eine Beziehung zwischen den Regentagen, die mit den Mondsphasen zusammenfallen, und den entsprechenden Barometerständen. Von den Regentagen fielen nämlich zusammen:

77 mit dem Neumonde
82 - - ersten Viertel
79 - - Vollmonde
60 - - letzten Viertel
93 - - Perigeum
78 - - Apogeum,

welche Zahlen sich fast *umgekehrt* zu einander verhalten, wie die correspondirenden Barometerstände in der vorhergehenden Tafel.

Noch mufs bemerkt werden, dafs Hr. Flaugergues im Laufe der 19 Jahre keine solche Verschlechterung seines Barometers bemerkt hat, wie sie Hr. Daniell vom Barometer der Royal Society in London angiebt. Vielmehr glaubt Hr. F. bei seinem Barometer ein fortwährendes Steigen wahrgenommen zu haben. Der mittlere Stand desselben war nämlich:

von 1809 bis 1814 . . . 27″11‴,136 = 755$^{mm}$,09
- 1815 - 1820 . . . 27 11, 212 = 755,26
- 1821 - 1826 . . . 27 11, 601 = 756,14.

Hr. F. schreibt — mit welcher Wahrscheinlichkeit mag hier unberührt bleiben — dieses Steigen des Barometerstandes den grofsen Mengen von Gasen zu, welche durch die Ausbrüche der Vulcane, durch Waldbrände, Feuersbrünste u. s. w. sich täglich in die Luft erheben*).

*) Bemerkenswerth ist es, dafs die Mittagsbeobachtungen zu Paris eine ähnliche Zunahme zeigen. Die Mittel von 1816 bis 1820 geben 755$^{mm}$,32, und die von 1821 bis 1825 dagegen 756,16. *P.*

## XV. *Besondere Erscheinung beim Wasserdampf im Dampferzeuger der Perkins'schen Maschine.*

(Aus den Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p. 435. *).)

Ehe ich die Thatsache entdeckte, dafs das bis zu 650° F. erhitzte Metall das Wasser und selbst den Dampf zurückstöfst, waren bei meinen ersten Versuchen mit stark comprimirtem Wasserdampf die von mir angewandten Röhren zu schwach, und die Druckventile nicht hinlänglich belastet, so dafs das Wasser zurückgestofsen wurde. Da die Dampfschicht, welche sich zwischen der Innenfläche des Metalls und dem Wasser befand, ein schlechter Wärmeleiter ist, so kam das Metall bald zum Rothglühen, und im Momente, wo diefs geschah, wurde der Dampf

*) Wie die Redaction jener Zeitschrift bemerkt, ist die Note wörtlich aus einer Abhandlung gezogen, die Hr. Perkins in der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen hat. — In Betreff der Dampfmaschine des Hrn. Perkins findet man das Nöthige in dies. Ann. Bd. 75. S. 119. und 355. Vielleicht hat es Interesse für einige Leser dies. Annal. zu wissen, dafs Hr. Perkins seine Dampfmaschine, nach mehreren beträchtlichen Verbesserungen, seit einiger Zeit wirklich im Grofsen ausgeführt hat. Im *Edinburgh Journal of Science, No. XIV. p.* 359. sind mehrere sehr vortheilhafte Zeugnisse zu Gunsten dieser Maschine zusammengestellt. Namentlich bezeugt das eine, dafs die Perkins'sche Dampfmaschine — *high pressure safety steam engine* genannt — folgende Vorzüge in sich vereinige: 1) Absolute Gefahrlosigkeit. — 2) Gröfsere Ersparnifs beim Brennmaterial als irgend eine bisher erfundene Maschine. — 3) Entfernung aller Reaction des Dampfs und der atmosphärischen Luft, an der Ausführungsseite, auf den Stempel, ohne dafs eine Luftpumpe nöthig sey. — 4) Ein neuer, einfacher biegsamer metallischer Stempel, welcher kein Oel noch irgend eine Liederung gebraucht. — 5) Dafs sie durch Vereinfachung mehrerer einzelnen Theile nur drei Viertel des Raumes einer gewöhnlichen Maschine einnimmt. — *P.*

selbst zurückgestofsen, so dafs zwischen dem Dampf und der Fläche des erhitzten Metalls eine Schicht von Wärmestoff (*calorique*) entstand. Ich beobachtete diese Thatsache zuerst bei Gelegenheit eines Risses in einem sehr starken Generator, welcher drei Zoll dick und inwendig 8 Zoll im Durchmesser besafs, welcher aber, da er aus der Legirung von Kupfer und Zinn, die man gewöhnlich *Kanonengut* nennt, verfertigt war, weit eher nachgab, als einer von Gufseisen, woraus ich gegenwärtig alle diese Apparate verfertige. Im Moment, als der Rifs geschah, war ein lebhaftes Feuer unter dem Generator. Ich vernahm ein dumpfes, ziemlich schwaches Geräusch, welches auch von den Arbeitern gehört wurde, die sich bei dem Ofen befanden. Man glaubte anfangs, dafs der Generator geborsten wäre; allein, da man weder Dampf noch Wasser erblickte, und die Maschine ihren gewöhnlichen Gang unter einem Druck von 20 Atmosphären fortsetzte, so meinte man, dafs der etwaige Rifs nur ein partieller gewesen wäre. Man mäfsigte also das Feuer. Sobald nun die Temperatur ein wenig geringer geworden war, entstand ein schwaches Geräusch, welches endlich so stark wurde, dafs es die Nachbarn in der Fleet-Street beunruhigte, und darauf strömte Alles, Wasser uud Dampf, in das Feuer. Als man den Generator untersuchte, fand sich, dafs er fast seiner ganzen Breite nach gerissen war, und dafs die Oeffnung eine solche Gröfse hatte, dafs sie, als man Wasser in den erkalteten Generator pumpte, dasselbe hindurchliefs.

Als ich über die Ursache dieser Erscheinung nachdachte, wurde ich nothwendig darauf geführt, dafs sie durch die Repulsivkraft der Wärme hervorgebracht war. Um mich zu überzeugen, dafs diefs wirklich der Fall war, liefs ich den leeren Generator am Boden glühend machen, und darauf Wasser in denselben bringen. Sogleich bildete sich Dampf und die Maschine arbeitete wie gewöhnlich, ohne dafs man irgend eine Entweichung von

Dampf durch den Rifs hätte wahrnehmen können. So arbeitete die Maschine den ganzen Tag hindurch, und am Abend, als man das Feuer auslöschte, stellte sich dieselbe Action (die heftige Entweichung des Dampfes. *P.*) von neuem ein. Mehrere meiner gelehrten Freunde, vor denen ich diesen Versuch wiederholte, waren der Meinung, dafs der Rifs durch die Ausdehnung des Metalls bei seiner Erhitzung verstopft würde; denn sie hielten die von mir gegebene Erklärung für unzulässig. Alle Zweifel in dieser Hinsicht wurden aber durch den folgenden Versuch gehoben. An einem Ende einer der Röhren, aus welchen der Generator besteht, wurde ein Loch von $\frac{1}{5}$ Zoll im Durchmesser gebohrt, und in dieses ein starkes gufseisernes Rohr fest eingeschroben, welches drei Fufs lang war, auswendig einen und inwendig einen halben Zoll im Durchmesser hielt. An einem Ende dieses Rohrs war ein kleiner Hahn, und am andern Ende der Röhre des Generators ein Sicherheitsventil, belastet mit 50 Atmosphären oder mit 317 Kilogramm. auf den Quadratzoll, auch war an diesem Ende ein Rohr, welches das Wasser aus der Druckpumpe herleitete. Nachdem man die Generator-Röhre an dem Ende, worin das Loch gebohrt worden, zum Rothglühen erhitzt hatte, brachte man Wasser in dieselbe. Durch das mit dem angegebenen Gewicht belastete Sicherheitsventil entwich der Dampf; als man aber den Hahn öffnete, ging hier nichts heraus. Man mäfsigte nun das Feuer, und als sich die Temperatur hinlänglich gesenkt hatte, wurde das Brausen des Dampfes fürchterlich. Man wird diesen Versuch in Kurzem öffentlich wiederholen.

Obgleich diese neue Thatsache beim ersten Anblick unbegreiflich scheint, so erklärt sie sich doch bei einigem Nachdenken ziemlich natürlich. Es ist eine bekannte Sache, dafs ein Tropfen Wasser, den man auf eine rothglühende Metallfläche schüttet, auf derselben herumtanzt, mit ihr sichtlich nicht in Berührung kommt,

und ziemlich langsam verdampft; während dagegen, wenn die Temperatur ein wenig geringer ist als 100°, das Wasser durch den Druck der Atmosphäre *) mit dem Metalle in Berührung gehalten wird, und die Verdampfung fast augenblicklich vor sich geht. Welcher Druck könnte nun wohl das Wasser mit einem bis 650° F. erhitzten Metalle in Berührung halten. Dieser Druck würde durchaus nicht geringer seyn, als das Maximum der Expansivkraft, das der Dampf erlangen kann, der 4000 Atmosphären übersteigt (*Cette pression ne devrait nullement être inférieure au maximum de force élastique que peut acquérir la vapeur qui surpasse* 4000 *atmosphères*). Wenn ein so ungeheurer Druck nöthig ist, um die Berührung zu bewirken, so sind sicherlich 50 Atmosphären nur ein geringer Theil der erforderlichen Kraft, und da bei dem obigen Versuch das Wasser nicht durch die kleine Oeffnung gehen konnte, ohne fast mit dem erhitzten Metalle in Berührung zu kommen, so reichte die Repulsivkraft dieses hin, um den Dampf und das Wasser gleichfalls entfernt zu halten; denn ist der Dampf wirklich etwas anders als Wasser im Zustande der Expansion? Es handelt sich darum, zu wissen, bis zu welcher Entfernung sich diese Repulsivkraft erstreckt. Dieſs wird der Gegenstand neuer Versuche seyn. Man kann die Oeffnung allmälig vergröſsern, bis Wasser und Dampf, bei dieser hohen Temperatur, durch ihre Mitte hindurch zu gehen vermögen. Alles, was ich bis jetzt weifs, besteht darin, daſs diese Repulsivkraft sich weiter als bis zu $\frac{1}{16}$ Zoll erstreckt; weil der Dampf nicht durch ein Loch von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser hindurch gehen kann.

*) Wohl durch sein eigenes Gewicht. *P.*

## XVI. *Fernere Bestätigungen des Einflusses der Nordlichter auf die Magnetnadel.*

Bekanntlich hat Hr. Arago schon früher gezeigt, dafs die Nordlichter selbst dann einen störenden Einflufs auf die Magnetnadel auszuüben vermögen, wenn sie noch unter dem Horizonte des Beobachtungsortes befindlich sind *). Auch wird den Lesern dieser Annalen erinnerlich seyn, dafs dieser ausgezeichnete Physiker sogar das Daseyn entfernter Nordlichter aus den Unregelmäfsigkeiten im Gange der Declinationsnadel vorhergesagt hat **). Dem

*) Zu einem solchen Schlusse ist man, nach Hrn. Arago, nur dann berechtigt, wenn man sich überzeugt hat, dafs an dem Horizonte des Beobachtungsortes wirklich keine Nordlichter vorhanden sind oder am Tage über vorhanden waren, wozu erfordert wird, dafs der Himmel völlig heiter gewesen, und die Nadel während des Tages bis gegen Abend nicht beunruhigt worden ist. Diese Bedingungen waren stets bei den Beobachtungen erfüllt, welche Hrn. Arago zur Aufstellung des obigen Satzes vermochten, nicht aber bei der, welche Graham 1741 in London anstellte. Graham sah zwar zu London die Magnetnadel an dem Tage in Unruhe, an welchem Celsius in Upsala ein Nordlicht beobachtete; allein da jener die Magnetnadel schon am Tage beunruhigt fand, und dieser erst in der Nacht schwache Spuren eines Nordlichtes erblickte, so ist es nach Hrn. Arago wahrscheinlich, dafs zu London das Nordlicht nur durch das Tageslicht verdeckt worden war. Da Graham überdiefs sich gar nicht zu überzeugen suchte, ob ein Nordlicht am Himmel stand, noch irgend eine Beziehung aufstellte zwischen diesem Meteor und den Störungen der Magnetnadel; so kann man, wie Hr. Arago bemerkt, diesem nicht die Beobachtung zuschreiben, dafs Nordlichter schon unter dem Horizonte einen Einflufs auf die Magnetnadel ausüben.

**) Man findet die früheren Beobachtungen des Hrn. Arago in dies. Ann. Bd. 83. S. 127. u. Bd. 85. S. 164., womit man auch die des Profess. Kupffers in Bd. 86. S. 558. vergleichen kann.

*P.*

Dem beharrlichen Eifer, mit welchem derselbe seitdem die Beobachtungen der Magnetnadel auf dem Pariser Observatorio fortgesetzt hat, verdanken wir auf's Neue eine beträchtliche Anzahl von Beobachtungen zur Bestätigung dieser Thatsache, so wie auch einige zum Erweise eines Einflusses der Nordlichter auf die Inclination der Nadel *). Nachstehendes ist ein Auszug aus einem Aufsatze, den derselbe in den *Annales de chimie et de physique T. XXXVI. p.* 398. bekannt gemacht hat.

Im J. 1826 glaubte Hr. Arago aus den Störungen der Nadel am 10. und 13. Febr., 9., 23. und 29. März, 9., 13., 17. und 24. April auf das gleichzeitige Daseyn entfernter Nordlichter schliefsen zu dürfen. Für den 29. März 1826 hat sich nun diese Vermuthung zunächst bestätigt.

Hr. Dalton in Manchester meldet nämlich Hrn. A. in einem Briefe, dafs man an diesem Tage in Schottland und dem nördlichen England wirklich ein bedeutendes Nordlicht gesehen habe; es erschien in Gestalt eines Lichtbogens, und wurde an mehreren Punkten einer Linie beobachtet, die fast im magnetischen Meridiane lag und wenigstens eine Länge von 170 engl. Meilen besafs. Am Südende dieser Linie zeigte sich der Scheitel des Lichtbogens *nördlich* vom Zenith, ungefähr 60° über dem Horizont, und im magnetischen Meridiane liegend. Am Nordende der Basis dagegen beobachtete man den Scheitelpunkt des Bogens *südlich* vom Zenith, in einer Höhe von 55°, aber gleichfalls im magnetischen Meridian. An zwischen liegenden Orten sahen die Beobachter den Bogen im Zenith. Aus den gesammten Angaben schliefst

*) Auch die Intensität des Erdmagnetismus erleidet Störungen durch die Nordlichter, wie Herr Arago nächstens durch eine grofse Menge von Beobachtungen zu erweisen gedenkt. Er bemerkt indefs, dafs man aus den horizontalen Schwingungen der Nadel nur dann eine solche Folgerung ziehen dürfe, nachdem man deren Dauer wegen der Inclination berichtigt hat, da diese gleichfalls Aenderungen unterworfen ist.

Hr. Dalton, dafs die senkrechte Höhe des Bogens 100 engl. Meilen, die Breite desselben 8 bis 9 engl. Meilen, und seine sichtbare Erstreckung von West nach Ost mehr als 500 engl. Meilen betragen haben müsse.

Von den übrigen Tagen hofft Hr. Arago seine Vermuthungen noch durch die Beobachtungen bestätigt zu sehen, welche die Kapitaine Parry und Franklin auf ihrer letzten Reise angestellt, aber bis jetzt noch nicht bekannt gemacht haben.

### Nordlichter im Jahre 1827.

Am 9. Januar 1827 wurde zu *Kendal* in England ein glänzendes Nordlicht gesehen. — Am nämlichen Tage, am 9. Jan., war der Gang der Nadel zu *Paris* sehr unregelmäfsig. Schon um $2^h$ Nachmittags wich das Nordende der Nadel um $4'\frac{1}{2}$ mehr als gewöhnlich nach Westen ab, und blieb in dieser Lage bis $7^h\frac{1}{2}$. Um $11^h5'$ war dagegen die Declination um $3'\frac{1}{2}$ kleiner, als an den vorhergehenden Tagen. Die *Inclinationsnadel* machte ebenfalls unregelmäfsige Schwingungen. Der Himmel war völlig bedeckt.

Am 13. oder 18. Januar 1827 sah man zu *Gosport* in England um $6^h$ Abends in der Gegend des magnetischen Nordens einen Lichtbogen, der sich unter zunehmendem Glanze fortwährend vergröfserte, bis er um $9^h\frac{1}{2}$ einen Raum von $90^o$ bespannte. Säulen von röthlichem Lichte schossen nach einander an verschiedenen Punkten dieses Bogens hervor, und einige von ihnen erreichten eine Höhe von $48^o$. — Da im *Philosoph. Magazin etc.* von 1827, *T. I.*, woraus diese Nachricht entlehnt ist, einmal (p. 317.) der 13., und ein andermal (p. 239.) der 18. Januar als Tag des Nordlichts angegeben ist, so vermuthet Hr. A. hier einen Druckfehler. Wenigstens zeigte am 13. Jan. die Nadel zu Paris nichts Ungewöhnliches. Am 18. Jan. dagegen wurde das Nordende der Nadel gegen die Regel *anfangs* nach *Westen* geführt.

Um $6^h\frac{1}{2}$ Abends war die Declination 3′ gröfser als gewöhnlich; um $6^h\frac{3}{4}$ hatte sie noch um $1'\frac{1}{2}$ zugenommen. Um $11^h\frac{3}{4}$ dagegen wurde sie um 14′ kleiner gefunden, als an den vorhergehenden Tagen; aber von $11^h 45'$ bis $11^h 50'$, also innerhalb 5 Minuten, ging die Nadel um 21′ Minuten nach Westen. *Der Himmel war heiter.*

Auch am 4. (Morgens und vor allem Mittags), am 25. (den ganzen Abend von $6^h$ an), und am 30. Jan. (Abends) war die Nadel zu Paris in Unruhe. Von diesen Tagen sind aber Hrn. A. bis jetzt keine Nordlichter bekannt geworden.

---

Am 17. Februar 1827, Abends 8 Uhr, beobachtete Hr. Burney ein glänzendes Nordlicht im Norden von *Gosport*, das 20° auf jeder Seite des magnetischen Meridians einnahm, und bis 10 Uhr sichtbar war, wo es durch ein Schneeschauer verdeckt wurde. — Zu *Paris* zeigte die Declinationsnadel am 17. Februar weder Morgens noch Mittags bis $1^h\frac{1}{2}$ etwas Ungewöhnliches. Als sie aber um $11^h\frac{1}{4}$ Abends beobachtet wurde, fand sich ihr Nordende 5 Minuten östlich von seiner gewöhnlichen Lage. Der Himmel war heiter.

---

Unregelmäfsigkeiten im Gange der Nadel, ohne bisherige Nachricht von gleichzeitigen Nordlichtern, wurden an folgenden Tagen beobachtet. Im *Februar:* am 3. (vom Mittage ab), am 4. (besonders des Morgens), am 18. (gegen Abend) und am 19. (um Mittag). Im *März:* am 8. (Abends), am 9. (Morgens), am 13. (um $9^h\frac{1}{4}$ Abends), am 22. (Mittags) und am 30. ($9^h\frac{1}{2}$ Abends). Im *April:* am 5. (Mittags), am 6., 7., 22. und 24., minder beträchtlich am 12. und 13. Im *Mai:* am 2. und 16. Im *Juni:* am 25., 26. und 27. Am 23. *Juli* und am 14. *August.*

---

Am 27. August wurde zu *Perth* in Schottland ein Nordlicht beobachtet, das für einen Augenblick fast den ganzen Himmel bedeckte. Zu *Paris* fand Hr. A. am 27. August $1^h\,6'$ Nachmittags das Nordende der Nadel 10 Minuten westlicher als gewöhnlich, dabei unregelmäfsige Schwingungen machend. Um $9^h\frac{1}{2}$ Abends war dagegen die Declination 8 Minuten kleiner, als zu gleicher Zeit an den vorhergehenden Tagen. Der Himmel war sehr wolkig.

Am 28. August Abends wurde zu *Roxburgshire* ein Nordlicht beobachtet. — An demselben Tage, um $1^h$ Nachmittags, war zu *Paris* die Declination 6 Minuten gröfser, als im Mittel an den vorhergehenden Tagen. Am Abend wurde die Nadel unglücklicherweise nur einmal beobachtet, und zwar um $11^h$; die Declination schien $3'$ kleiner als gewöhnlich. Am andern Morgen, am 29. August um 9 Uhr, war das Nordende der Nadel $12'$ westlich von seiner gewöhnlichen Lage entfernt. Um $9^h\frac{3}{4}$ hatte diese Ablenkung noch um 4 Minuten zugenommen, und die Nadel oscillirte in Bogen von mehr als 8 Minuten. Am Abend war alles wieder in Ordnung. Auch die *Inclinationsnadel* wurde beunruhigt. Die Neigung war am Morgen des 29. fast um 6 Minuten *gröfser*, als am Tage vorher und nachher.

---

Am 8. September 1827, $8^h\frac{1}{2}$ Abends, beobachtete Hr. Héron de Villefosse ein Nordlicht zu *Saint-Cloud*, bei heiterem Himmel und hellem Mondschein *). — Zu Paris bemerkte man am 8. Sept. schon um Mittag eine merkliche Störung der täglichen Variationen der Magnetnadel, indem ihr Nordende $13'$ westlicher als gewöhnlich lag. Um $1^h\,19'$ war die Declination 19 Minuten gröfser,

*) Es ist dasselbe Nordlicht, welches Hr. v. Humboldt in *Berlin* beobachtete, und welches man auch in Dänemark und Schweden sah. (Dies. Ann. Bd. 86. S. 510. *P.*)

als zu gleicher Stunde an den vorhergehenden Tagen. Den ganzen Tag hindurch war die Nadel sehr bewegt, und stets mit ihrem Nordende nach Westen abgelenkt. Erst um $9^h\frac{1}{4}$ Abends beobachtete man eine Ablenkung von 8 Minuten nach entgegengesetzter Seite, d. h. nach Osten. — Personen, die an dem Einflufs der Nordlichter auf die Magnetnadel noch etwa zweifelten, würden gewifs anderer Meinung werden, wenn sie die ganze Reihe der am 8. Sept. zu Paris angestellten Beobachtungen sähen. Auch die *Inclinationsnadel* zeigte Störungen, welche die möglichen Beobachtungsfehler, bei einer mikroskopischen Ablesung an zwei Punkten, bei weitem übertrafen.

Am 25. September 1827 erlitt die Nadel, nachdem sie am ganzen Tage nichts besonderes gezeigt hatte, um $9^h\frac{1}{2}$ eine beträchtliche Störung. Bald erblickte ich auch hie und da zwischen NNW und NO leuchtende Wolken, die bald verschwanden und bald wieder erschienen. Einmal vereinigten sich diese Lichtwolken und bildeten einen zusammenhängenden Bogen, der sich wenig über den Horizont erhob, und, so weit ich beurtheilen konnte, mit seinem Scheitel nahe im magnetischen Meridiane lag. — Dieselbe Erscheinung wurde zu Havre, zu Ostende, zu Arau und Zürch, in England zu Gosport und Kendal, in Dänemark und Schweden (so wie auch an mehreren Punkten in Deutschland. *P.*) beobachtet. In England leuchtete das Nordlicht, nach Hrn. Forster, stärker als der hellste Mondschein.

Am 25. September war der Gang der Nadel für die täglichen Variationen regelmäfsig vom Morgen bis zu $8^h$ Abends, darauf erlitt er Störungen. Um $9^h$ Abends war die Declination $7'$ *geringer*, als an den vorhergehenden Tagen; zehn Minuten darauf ging die Nadel $7'$ nach Westen. Hierauf folgte eine östliche Bewegung, so dafs sich um $10^h\frac{1}{4}$ das Nordende der Nadel um $14'$ dem astronomischen Meridiane genähert hatte. Darauf nahm

die Declination wiederum allmälig zu, so dafs sie um $10^h\frac{1}{2}$ um $14'$ gröfser war, als eine Viertelstunde vorher. — Auch die *Inclinationsnadel* machte um $10^h\frac{1}{4}$ einen um $7'$ gröfseren Winkel mit dem Horizonte als, um $9^h\frac{1}{2}$.

---

Am 6. October 1827 sah man, ungeachtet des Mondscheins, an mehreren Orten in *England* ein Nordlicht, das namentlich in *Manchester* glänzend war. — Zu Paris zeigte die Nadel für die täglichen Variationen am 6. October bei Tage nichts Ungewöhnliches. Erst am Abend um $8^h$ deutete eine Abnahme der Declination darauf, dafs es nützlich sey, die Beobachtungen zu vervielfältigen. Der Stand der Nadel wurde daher von 5 zu 5 Minuten bis $11^h$ beobachtet. Die Veränderungen waren aufserordentlich unregelmäfsig, doch hatte die Ablesung keine Schwierigkeit, da die Nadel kaum oscillirte. Um $8^h$ war die Declination kleiner als gewöhnlich, um $10^h\,20'$ hatte sie um $8'$ zugenommen; 5 Minuten darauf war sie um eben so viel geringer geworden. Um $10^h\,35'$ fand sich die Declination $18'$ kleiner als gewöhnlich, darauf nahm sie mehrmals zu und ab, ohne jedoch dabei je die Werthe, die sie an den vorhergehenden Tagen gehabt, zu erreichen. Um $11^h\,12'$, zur Zeit des Minimums der Declination, betrug die anomale Verringerung mehr als 20 Minuten.

Auch die *Inclinationsnadel* erlitt am 6. Oct. zwischen $8^h$ und $10^h\,24'$ merkliche Verrückungen. Die Beobachtungen der Oscillation an einer horizontalen Magnetnadel, *berichtigt nach den Aenderungen der Inclination*, bewiesen, dafs die magnetische Intensität ebenfalls während der Nordlichter verändert worden war. Hr. Arago verspricht darüber einen besondern Aufsatz, und bemerkt einstweilen nur: 1) dafs die horizontale Nadel am 6. Oct. erst in der Nacht einen unregelmäfsigen Gang annahm; 2) dafs der Himmel völlig heiter war; 3) dafs man am Abend zu Paris keine Spur eines Nordlichtes entdecken

konnte, während man es in England der Angabe nach sehr glänzend sah. Ohne diese drei Umstände, sagt Hr. A., würde er nicht mit Grund die Folgerungen haben machen können, dafs das zu Manchester gesehene Nordlicht, obgleich es zu Paris unter dem Horizonte blieb, hier die Magnetnadel in Unruhe versetzt hätte.

Am 17. October 1827 — an demselben Tage, an welchem Hr. Burney in *Gosport* ein schwaches Nordlicht sah — zeigte die Nadel zu *Paris* Mittags zwischen 1 und 2 Uhr geringe Anomalien. Abends $9^h\,50'$ war die Störung sehr grofs, die Declination war nämlich 24 Minuten kleiner, als zu gleicher Stunde an den vorhergehenden Abenden. Zwischen $9^h\,50'$ und $10^h\,45'$ nahm sie um 19 Minuten zu.

---

Am 18. und 19. November nahm man in Roxburghshire Nordlichter gewahr, von denen nach Hrn. Burney das am 18. das schwächere war, indem es sich zu Gosport nur um $5^0$ über den Horizont erhob. — Am 18. war die Declinationsnadel zu Paris in Unruhe, besonders am Nachmittage. Am 19. um $11^h$ Abends war die Declination um $8'$ kleiner, als an den vorhergehenden Tagen.

---

Vom December 1827 enthalten die wissenschaftlichen Journale noch keine Berichte von Nordlichtern. Hr. Arago schliefst indefs aus den Anzeigen der Magnetnadel, dafs man am 29. und 30. irgendwo eins wahrgenommen haben müsse.

## XVII. *Beobachtung einer Störung der Magnetnadel bei der am 23. Februar 1828 in den Rheingegenden verspürten Erderschütterung.*

Die Entdeckung des Hrn. Dr. Seebeck, dafs heterogene und selbst homogene Metallmassen jeder Art durch ungleiche Erwärmung in einen magnetischen Zustand versetzt werden können, macht es, bei den mannigfachen Gründen für das ausgebreitete Daseyn solcher Massen im Innern der Erde, gewifs sehr wahrscheinlich, dafs die vulcanischen Actionen einen Einflufs auf die Magnetnadel auszuüben vermögen; wie denn auch der Entdecker des Thermomagnetismus selbst, in einer früheren Abhandlung (dies. Ann. Bd. 82. S. 280.) schon versucht hat, die Phänomene des Erdmagnetismus mit denen des Vulcanismus in Zusammenhang zu bringen. Um so mehr Interesse hat aber auch deshalb gerade jetzt eine jede wohlerwiesene Thatsache, die solch einen Zusammenhang aufser Zweifel setzt, zumal die älteren Erfahrungen dieser Art zum Theil wohl nicht ganz zuverlässig sind. An vereinzelt stehenden Beobachtungen, die eine Einwirkung der Erdbeben und vulcanischen Ausbrüche auf die Magnetnadel anzudeuten scheinen, fehlt es nämlich nicht.

So sagt Kant in seinem Berichte über das Erdbeben von Lissabon (dess. vermischte Schrift. Bd. 1. S. 564.), dafs in *Augsburg* am 1. November 1755 die Magnete ihre Last abgeworfen haben und die Magnetnadeln in Unordnung gerathen seyen, auch fügt er hinzu, dafs, nach Boyle, dasselbe schon früher einmal in *Neapel* nach einem Erdbeben vorgegangen sey Aus einer etwas undeutlichen Beschreibung in Kant's phys. Geographie, Bd. 2. Abth. 2. S. 420., scheint ferner hervorzugehen, dafs Wucherer zu *Hohen-Embs*, an der östlichen Gränze der Schweiz,

bei demselben Erdbeben, am 9. December, an einem Magnetstabe eine Bewegung im Sinne der Inclination beobachtet hat. Der Faden, woran ein $11\frac{1}{2}$ Unzen schwerer Magnetstab senkrecht aufgehangen worden *), soll nämlich während der Erschütterung, die eine ganze Minute dauerte, um 40° aus der Verticale nach Süden abgelenkt worden seyn, und erst nach dem letzten Stofse, nach einigen Schwingungen, seine senkrechte Richtung wieder angenommen haben. Wie Robison (*System of mechanical philosophy, T. IV. p.* 371.) anführt, hat ferner Daniel Bernoulli die Magnetnadel bei einem Erdbeben um 45′ aus ihrer Lage weichen gesehen, und Müller während des Erdbebens in Calabrien eine grofse Störung in der Declination der Magnetnadel zu *Manheim* bemerkt. Auch sollen, nach Delametherie (*Théorie de la Terre, T. III. p.* 295.), solche unruhige Bewegungen der Magnetnadel während eines Erdbebens von Bertrand in der Schweiz beobachtet seyn. Endlich giebt auch der Pater della Torre an, dafs er bei den Ausbrüchen des *Vesuvs* im J. 1767 eine Einwirkung auf die Magnetnadel gefunden habe. Er beobachtete nämlich 4 Wochen lang zu *S. Giorgio di Cremano* bei *Portici* eine 9″ 7‴ lange Magnetnadel, und fand dabei im Laufe eines Tages Unterschiede in der Declination, die bis zu 2° gingen (dess. *Histoire et phénomènes du vesuve, p.* 221.)

Ohne Zweifel liefsen sich aus älterer Zeit noch mehrere Beobachtungen aufzählen, die mit gröfserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit für den störenden Einflufs der Erdbeben auf die Magnetnadel sprechen würden Die bereits angeführten werden indefs für unseren Zweck schon hinreichend seyn, da eine nähere Kenntnifs der verschiedenartigen Abänderungen, welche dieser Einflufs nach der Beschaffenheit des Erdbebens etwa erleidet, doch nur erst von künftigen Beobachtungen zu erwarten

*) Wie eigentlich der Magnetstab hing, ist, wenigstens bei Kant, nicht deutlich gesagt.

steht *). Ich will daher nur noch der merkwürdigen Beobachtung des Hrn. v. Humboldt erwähnen, welche sich wesentlich von den schon genannten unterscheidet, indem sie zeigt, dafs die magnetischen Verhältnisse eines Ortes auf eine *bleibende* Weise durch Erdbeben gestört werden können.

Am 1. November 1799, drei Tage vor dem Erdbeben, welches Cumana betraf, fand Hr. v. Humboldt daselbst die magnetische Neigung mittelst eines Borda'schen Inclinatoriums zu 43°,65; drei Tage nach dem Erdbeben, am 7. Nov., betrug sie dagegen nur 42°,75. Als Hr. v. Humboldt ein Jahr darauf die Neigung mit demselben Instrumente abermals zu Cumana bestimmte, betrug sie noch 42°80, hatte also in der ganzen Zeit noch nicht die Gröfse wieder erhalten, welche sie vor dem

*) Nicht ganz mit Stillschweigen darf es wohl übergangen werden, dafs es auch positive Angaben von Fällen giebt, wo vulcanische Erscheinungen, oder solche, die ihnen aller Wahrscheinlichkeit nach beigezählt werden müssen, ohne allen Einflufs auf die Magnetnadel geblieben sind. Vasalli Eandi in seinem Bericht über das Erdbeben, durch welches im April 1808 die Grafschaft *Pignerol* heimgesucht wurde (*Journ. de physiq. T.* 67. *p.* 292.), sagt ausdrücklich, dafs die Magnetnadel nichts gezeigt habe, was man dem Erdbeben hätte zuschreiben können; und Hr. Partsch bemerkt ebenfalls in seiner Beschreibung des räthselhaften Detonations-Phänomens auf der Insel Meleda (p. 95. Auch dies. Ann. Bd. 83. S. 292.), dafs während seines dortigen Aufenthaltes die Detonationen keine Einwirkung auf die Magnetnadel ausgeübt haben. Bei der Erderschütterung, die man am 19. Februar 1822 in *Paris* verspürt hat, sind zwar auf der Sternwarte viele Unregelmäfsigkeiten im Gange der Declinationsnadel beobachtet worden, und merkwürdig genug nur Oscillationen im Sinne der Länge der Nadel; allein Hr. Arago, der darüber in den *Annales de chimie et de physique, T. XIX. p.* 106., eine Notiz bekannt gemacht hat, scheint nicht geneigt zu seyn, diese Störungen dem Erdbeben zuzuschreiben, denn er sagt: *je ne vois qu'un tremblement de terre qu'il ait pu donner lieu à un mouvement de cette espèce.*

Erdbeben besafs *). Die Intensität des Erdmagnetismus war sich vor und nach dem Erdbeben gleich geblieben; die Nadel machte beide Mal 229 Oscillationen in 10 Minuten. Auch die Declination hatte sich anscheinend durch das Erdbeben nicht geändert; da indefs die stündlichen Variationen derselben in Cumana 5 bis 6 Minuten betragen, so werden dadurch, wie Hr. v. Humboldt bemerkt, die Aenderungen in der absoluten Declination sehr verdeckt und schwer zu beobachten. (*Voyage aux régions équinoxiales etc. T. IV. p.* 25. der Octav-Ausgabe.)

---

Nach dieser geschichtlichen Einleitung folge nun der Bericht, welcher den eigentlichen Gegenstand dieser Notiz ausmacht. Er ist entnommen aus einem Schreiben des K. Bergraths und Bergwerksdirector Hrn. Heintzmann zu Essen an die K. Ober-Berghauptmannschaft, und mir von dem Chef des gesammten Berg- und Hüttenwesens, Hrn. Ober-Berghauptmann Gerhard, zur Bekanntmachung in den Annalen gütigst mitgetheilt worden.

„Auf der Steinkohlengrube Wiesche, unfern *Mühlheim* an der Ruhr, wird der Bau auf dem Friedrichschachte in 480 Fufs unter Tage und 222 Fufs tief unter dem Meeresspiegel geführt. Auf der südlichen Grundstrecke des Auroraschachtes dieser Grube (etwa 155 Fufs unter dem Meeresspiegel), in 1400 Fufs Entfernung von dem Schachte, markscheidete der Obersteiger Zobel am 23. Februar 1828. Er hatte einige Zeit den Compafs

*) Wie Hr. v. Humboldt bemerkt, findet sich in Mendoza's *Tratado de Navigacion* die Angabe, dafs die Inclination der Magnetnadel sich nach den verschiedenen Monaten und Tageszeiten zu Cumana mehr verändere als die Declination. — Wohl möglich, dafs die Beobachtungen, worauf sich diese Angabe stützt, zur Zeit anhaltender vulcanischer Actionen gemacht worden sind.

gebraucht, ohne etwas besonderes bemerkt zu haben. Zwischen $8\frac{1}{2}$ und 9 Uhr wurde die Nadel so unruhig, dafs eine Beobachtung derselben zur Winkelmessung unmöglich war. Die Schwingungen derselben betrugen 180°, reichten vom Nord- bis zum Südpol; auch fanden Schwingungen, der Inclination nach, statt. Dieser Zustand der Schwankungen wurde 15 bis 20 Minuten lang beobachtet. Alsdann hörte der Obersteiger Zobel auf, die Nadel zu beobachten, ohne auch nur eine Ahnung gehabt zu haben, dafs über Tage eine Erderschütterung zu derselben Zeit beobachtet worden wäre. Zu bemerken ist hiebei, dafs in keiner der vielen von *Mülheim* an der Ruhr gegen Osten bis in die Nähe von *Unna* liegenden Steinkohlengruben irgend eine Spur einer Erderschütterung von wenigstens 2500 darin arbeitenden Personen beobachtet worden ist *); während dieselbe zu *Essen* sehr deutlich, zu *Bochum* weniger stark, zu *Dortmund* sehr schwach als zwei Stöfse in der Richtung von West gegen Ost bemerkt worden ist."

---

## XVIII. *Ueber den Isopyr, eine neue Mineralspecies; von Wilhelm Haidinger.*

(Aus dem *Edinb. New philosoph. Journ. No. VI. p.* 263.)

1. *Beschreibung.* — Reguläre Gestalten sind nicht beobachtet. Sehr reine Massen von beträchtlicher Gröfse,

*) Aehnliches hat man bei dem Erdbeben bemerkt, welches am 24. Nov. 1823 in mehreren Theilen von Schweden verspürt worden ist. Berzelius sagt darüber in seinem Jahresberichte, No. IV. S. 268.: Diejenigen, welche sich auf dem Boden der Grube befanden, hörten und spürten nichts; aber diejenigen, welche gerade auf den Stiegen waren, um herauf oder hinunterzugehen, empfanden eine so starke Erschütterung, dafs sie nicht anders glaubten, als die Stiegen würden mit ihnen einstürzen. — Ich brauche wohl nicht besonders zu bemerken, dafs die Beobachtung des Obersteigers Zobel gerade durch das gänzliche Ausbleiben der Erschütterung in der Grube eine erhöhte Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit erhalten hat. *P.*

oft fast 2 Zoll nach allen Richtungen messend, kommen im Granite eingewachsen vor.

Theilbarkeit fehlt. Bruch muschlig; sehr vollkommen, wenn das Mineral rein ist, unvollkommner, wenn es fremdartige Beimischungen enthält.

Glasglanz, oft beträchtlich. Farbe graulichschwarz und sammtschwarz, hie und da mit rothen Punkten, wie im Heliotrop. Strich, blafs grünlichgrau.

Opak oder an den dünnsten Kanten sehr schwach durchscheinend.

2. *Bemerkungen.* — Mehrere Stücke vom Isopyre werden in Hrn. Allan's Sammlung aufbewahrt. Einige derselben sind ganz rein und frei von anhängendem Gestein; andere sind in eine Art von Granit eingewachsen, der hauptsächlich aus Quarz besteht, welcher auch oft in Krystallen die dunkle Masse des Isopyre's durchsetzt. Einige derselben verschaffte sich Hr. Allan vor drei Jahren auf einer Reise durch Cornwall, auf welcher ich das Vergnügen hatte, ihn zu begleiten, von einem Bergmann in St. Just; andere erhielt Hr. Allan von Hrn. Joseph Carne in Penzance, dessen Mineraliensammlung an Producten aus dem westlichen Cornwall besonders reich ist. Das westliche Cornwall ist unstreitig das Vaterland des Isopyre's, allein seinen Fundort genauer anzugeben, ist mir gegenwärtig nicht möglich, weil ich damals das Mineral für *schwarzen Opal* hielt, und daher versäumte, mich näher nach seinem Fundort zu erkundigen.

Die Aehnlichkeit des Isopyre's mit dem Obsidian oder mit dem Opal, wenn er eine schwarze Farbe hätte, ist sehr grofs; nur der Glanz ist beim Isopyre weniger stark und glasartig, als beim Obsidian. Er hat auch sehr viel Aehnlichkeit mit gewissen Arten von Eisenschlacken, und wirklich würde man leicht versucht seyn, das Mineral für ein solches, in unsern Oefen zu erzeugendes Schmelzproduct zu halten, wenn es nicht von Quarzkrystallen begleitet wäre, oder, wie in einem der

Hrn. Allan gehörenden Stücke, kleine Krystalle von Zinnstein oder Turmalin eingewachsen enthielte. Wegen dieses Ansehens und auch wegen der vollkommnen Aehnlichkeit einer vor dem Löthrohre geschmolzenen Kugel mit dem zum Versuche angewandten Bruchstück, schlage ich für dieses Mineral den Trivialnamen *Isopyre* vor, von ισος *gleich* und πυρ Feuer. Die Aehnlichkeit in den Eigenschaften erstreckt sich auch auf den Magnetismus. Die vor dem Löthrohr zu Kugeln geschmolzenen Stücke des Minerals sind magnetisch wie das Mineral selbst, und sogar in einem höheren Grade.

Aus der Beschreibung, welche Breithaupt vom *Tachylite* gegeben hat, scheint diefs Mineral dem Isopyre sehr ähnlich zu seyn. Da aber das specifische Gewicht des Tachylits geringer ist, nur 2,5 bis 2,54 beträgt, so können sie unmöglich zu derselben Species gehören. Er kommt im Basalt und in der Grauwacke zu Saesebühl bei Göttingen vor, gleichfalls nur derb.

---

## XIX. *Chemische Untersuchung des Isopyrs; von Dr. Edward Turner.*

(Auszug aus dem *Edinb. New philosoph. Journ. No.* 6. *p.* 265.)

Vor dem Löthrohr schmilzt der Isopyre ohne irgend eine Gasentwicklung. Mit Phosphorsalz geschmolzen giebt er deutliche Anzeigen von Kieselerde. Gepulvert auf einem Platindraht in die Löthrohrflamme gebracht, färbt er dieselbe schön grün. Säuren wirken schwierig auf ihn; kohlensaure Alkalien aber zersetzen ihn leicht und vollständig. Bis zum Rothglühen erhitzt, giebt er weder Wasser aus, noch verliert er etwas von Gewicht.

Nachdem durch vorläufige Versuche ausgemittelt worden war, dafs der Isopyre nur Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und ein wenig Kupfer enthielt, wurde

die Analyse folgendermafsen angestellt. 20,625 Gran gepulverten Isopyres wurden mit 80 Gran kohlens. Natron gemischt und eine halbe Stunde lang rothglühend gehalten. Die Masse auf die bekannte Weise mit Salzsäure behandelt, gab 9,71 Gr. oder 47,09 Proc. Kieselerde. Aus der Lösung wurde das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas gefällt. Das Schwefelkupfer wurde in Königswasser gelöst, und die Lösung durch Aetzkali gefällt. Das erhaltene Kupferoxyd wog geglüht 0,40 Gran oder 1,94 Procent.

Nach Absonderung des Kupfers wurde das Eisen durch Salpetersäure vollständig oxydirt, und dann nebst der Thonerde durch Aetzammoniak gefällt. Die Trennung des Eisenoxyds von der Thonerde geschah durch Aetzkali. Das erstere wog 4,14 Gr. oder 20,07 Proc., die letztere 2,87 Gr. oder 13,91 Procent.

Der Kalk in der ammoniakalischen Lösung wurde durch oxalsaures Ammoniak gefällt. Der oxalsaure Kalk durch Glühen zersetzt gab 3,19 Gran oder 15,43 Proc. Aetzkalk.

Hienach besteht der Isopyre aus:

| | |
|---|---|
| Kieselerde | 47,09 |
| Thonerde | 13,91 |
| Eisenoxyd | 20,07 |
| Kalk | 15,43 |
| Kupferoxyd | 1,94 |
| | 98,44. |

Durch Aufschliefsung mit kohlens. Baryt wurde nach Alkali gesucht, aber vergebens. Eben so wenig liefs sich Salzsäure, Phosphor-, Flufs- oder Boraxsäure entdecken, als man das Mineral mit kohlensaurem Natron aufschlofs und die Lösung mit Salpetersäure sättigte. Aus der Farbe des Minerals und seiner Wirkung auf die Magnetnadel schliefst Hr. F. übrigens, dafs sich ein Theil des Eisens als schwarzes Oxyd im Minerale befinde.

## XX. *Ueber die natürliche Naphtaline* *).

In der im August 1827 gehaltenen dreizehnten Versammlung der schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften zeigte unter andern Hr. Koenlein, Director der Gruben in Uznach, mehrere Stücke eines Minerales vor, welches er zuerst am Schlusse des J. 1822 in den dortigen Braunkohlenlagern gefunden hatte. Dieses Mineral besitzt die gröfste Aehnlichkeit mit der Substanz, welche Brande bei der Destillation des Steinkohlentheers entdeckt hat, und später unter dem Namen Naphtaline genauer beschrieben worden ist. (Man sehe diese Ann. Bd. 83. S. 101.) Die primitive Form desselben ist eine unregelmäfsige Pyramide, deren Dimensionen bis jetzt noch nicht gemessen worden sind. Es ist spaltbar parallel den horizontalen und vertikalen Kanten, und besitzt einen muschligen Bruch. Seine horizontalen Flächen haben Demantglanz, die übrigen nur einen Fettglanz. Die Farbe ist weifs, oder grünlich, oder gelblich, der des Talkes ähnlich. Es ist ganz durchsichtig, brüchig, geruch- und geschmacklos. Sein specifisches Gewicht ist etwas gröfser, als das des Wassers. Es zergeht bei einer niederen Temperatur, und krystallisirt beim Erkalten. Auf Papier macht es Fettflecke. Es läfst sich leicht entzünden und brennt mit heller, rufsender Flamme. Man findet es in den Spalten von bituminösem Holze, zuweilen dasselbe durchdringend; es scheint darin durch Sublimation entstanden zu seyn. Das Braunkohlenlager ist 2 bis 6 Fufs mächtig, und gehört einer sehr neuen Formation an, da es Reste von gegenwärtig noch vorkommenden Pflanzen einschliefst (?). Hr. K. schlägt für die neue Species den Namen *Naphtaline résinense prismatique* vor.

*) *Bibliotheq. universelle, T. XXXVI. p.* 316. [Eine nähere Untersuchung der chemischen Beschaffenheit dieses Minerals, mit welcher im Ganzen die Angaben des Hrn. Koenlein übereinstimmen, verdankt man dem Hrn. Hofr. Stromeyer (Kastner's Archiv, Bd. 9. S. 113.), welcher dem Minerale den Namen *Scheererit* gegeben hat. Dafs diefs Fossil in so deutlichen Krystallen vorkommt, möchte indefs bis jetzt nicht allgemein bekannt gewesen seyn. *P.*]

Fig. 1. pag. 214

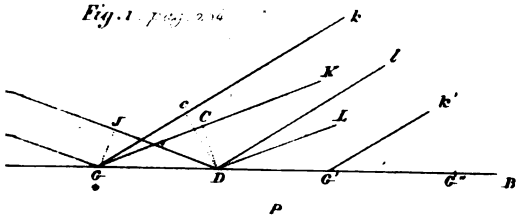



Fig. 2. pag. 211

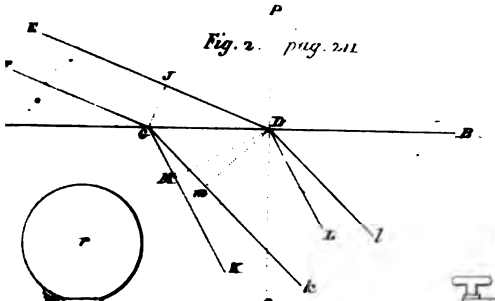
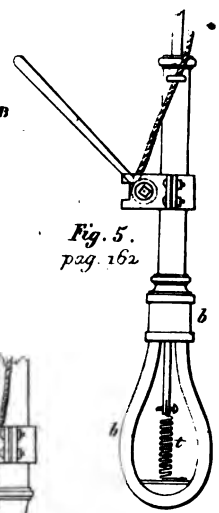



Fig. 5. pag. 162



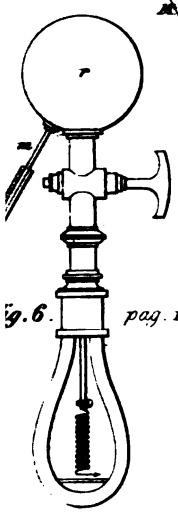




Fig. 6. pag. 165

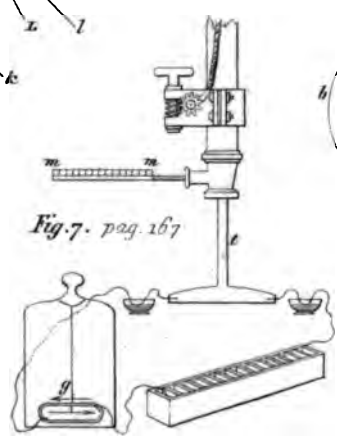



Fig. 7. pag. 167

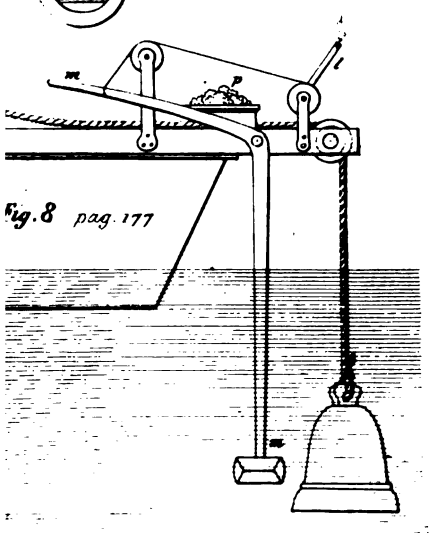
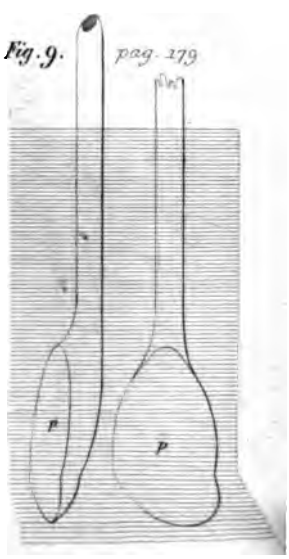



Fig. 8 pag. 177

Fig. 9. pag. 179



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

# ANNALEN
# DER PHYSIK UND CHEMIE.

## JAHRGANG 1828, DRITTES STÜCK.


## I. *Auszug aus einer der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlung über die Länge des einfachen Secundenpendels in Königsberg;*


*von F. W. Bessel* *).

Director der K. Sternwarte in Königsberg.


Der Apparat, welcher zu dieser Bestimmung benutzt wurde, ist der Idee gemäfs eingerichtet, dafs jeder Zweifel über den Mittelpunkt der Bewegung seinen Einfluſs auf das Resultat verlieren und die Schwierigkeit vermieden werden sollte, welche entsteht, wenn die Länge des Pendels nicht durch die *ganze* Länge des Normalmaafses, sondern durch einen Theil derselben, gemessen wird, wodurch es nöthig wird, jenes Normalmaafs *einzutheilen*, Diese Schwierigkeit ist von Denen, welche sich mit der Untersuchung der Pendellänge beschäftigt haben, zwar auf eine Weise überstiegen worden, welche wenig zu wünschen übrig läfst; allein einfacher und überzeugender ist es dennoch, die Einrichtung so zu treffen, dafs die Längenmessung durch die *ganze* Einheit des Normalmaafses erhalten wird.

*) Dieser, der K. Academie unter dem 5. Jan. 1828 eingesandte, Auszug war ursprünglich nicht zum Drucke bestimmt, wird aber hier, auf die Aufforderung meines hochgeehrten Freundes, Leopold von Buch, bekannt gemacht. *B.*

Durch den von Herrn Repsold in Hamburg, mit meisterhafter Vollendung ausgeführten Apparat, sind beide Schwierigkeiten gänzlich beseitigt worden. Es wird dadurch nicht die Schwingungszeit und Länge *eines* Pendels gemessen, sondern es werden die Schwingungszeiten *zweier* Pendel beobachtet, deren Länge genau um die ganze Länge der *Toise du Perou* verschieden gemacht werden. Dieses geschieht dadurch, dafs der Anfangspunkt des kürzeren Pendels durch Auflegung eines Rahmens, von welchem es herabhängt, auf einen festen Punkt am Apparate, bestimmt wird; der des Längeren durch Auflegung desselben Rahmens auf das obere Ende der, mit dem unteren auf jenen festen Punkt gestellten Toise. Damit dieses mit Sicherheit geschehen könne, und der Höhenunterschied beider Anfangspunkte wirklich der Toise genau gleich sey, ist der Apparat mit dazu dienlicher Einrichtung versehen. Die Höhenunterschiede der Kugel an beiden Pendeln werden durch eine mikrometrische Einrichtung gemessen, welche mit einem Fühlhebel versehen ist, der über die kleinsten Theile einer Linie sicher entscheidet.

Da dadurch, dafs man den Längen*unterschied* zweier Pendel, und nicht die Länge eines einzelnen, zur Ableitung der Resultate benutzt, der Mittelpunkt der Bewegung jedes derselben ganz aus der Rechnung geht, so ist es gleichgültig, welche Aufhängungsart der Pendel man wählt: man kann die Schneide anwenden, oder das obere Ende des Fadens in einer Klemme festklemmen, oder was man sonst für bequem hält. Die Bedingung, welche streng erfüllt werden mufs, ist nur, dafs die Aufhängung beider Pendel vollkommen gleich ist. — Ursprünglich ist der Apparat so eingerichtet, dafs der Faden des Pendels an der Oberfläche eines horizontalen Cylinders von Stahl von 1 Lin. Durchmesser anliegt, und an dieselbe durch das Gewicht der Kugel angedrückt wird, während er an einem höheren Punkte befestigt ist; bei der Bewegung

des Pendels wickelt der Faden abwechselnd sich auf den Cylinder auf und wieder ab, so dafs der Mittelpunkt der Kugel streng genommen keinen Kreis, sondern die Curve beschreibt, deren Evolute der Durchschnittskreis des Cylinders ist. In einer Beilage der Abhandlung wird gezeigt, dafs dieses die Schwingungszeit nicht ändert; eine andere Beilage untersucht die Bewgung mit Rücksicht auf die Federkraft des Fadens, welches nothwendig, da wo der Faden den Cylinder verläfst, eine kleine Krümmung erzeugen und dadurch einen Einflufs auf die Schwingungszeit erlangen mufs; allein im *Unterschiede* der Längen zweier Pendel verschwindet dieses gänzlich. — Später wurde der Apparat durch eine Einrichtung vermehrt, vermöge welcher man auch die Aufhängungen durch eine Schneide und durch eine Klemme anwenden kann. Mit allen drei Aufhängungsarten sind Versuche gemacht; ihr Resultat ist aber, so wie es seyn mufste, stets dasselbe geblieben.

Der Apparat ist in einem Gehäuse eingeschlossen, welches mit Glasplatten versehen ist, alle Operationen werden bei verschlossenen Fenstern gemacht, so dafs die Temperatur weder bei der Messung, noch bei den Beobachtungen der Schwingungszeiten durch das Oeffnen geändert wird.

Die Schwingungszeit ist auf die Borda'sche Art beobachtet, d. i. durch Coincidenzen des Pendels mit dem Pendel einer vor dem Apparate aufgestellten Uhr. Um aber jeden Einflufs der Bewegung des Uhrpendels auf den Pendel am Apparate auszuschliefsen, ist die Uhr 8 Fufs von dem letzteren entfernt aufgestellt, und das Bild des letzteren, durch ein zwischen beiden befestigtes Objectivglas eines Fernrohrs, um eben so viel vorwärts gebracht, so dafs man beide Pendel vollkommen deutlich, und ohne optische Parallaxe, mittelst eines 15 Fufs von der Uhr und 23 Fufs vom Apparate entfernten Fernrohrs beobachtet. Durch diese Einrichtung scheinen die Coin-

cidenzmomente mit mehr Sicherheit als gewöhnlich beobachtet werden zu können, so dafs der mittlere Fehler jeder dadurch erhaltenen Vergleichung des kürzeren Pendels des Apparats mit dem Pendel der Uhr nur den fünfhundertsten Theil einer Secunde beträgt.

Die Uhr, worauf die Beobachtungen sich beziehen, ist die Hauptuhr der Sternwarte selbst. Sie wurde zwar nicht *unmittelbar* angewandt, indem sie ihrem sonstigen Gebrauche nicht entzogen werden konnte; allein die Uhr, welche vor dem Pendel-Apparate aufgestellt war, war so eingerichtet, dafs sie etwa in einer Stunde eine Secunde gegen jene verlor, wodurch die Schläge beider etwa stündlich einmal zusammentrafen. Die Momente dieser Coincidenzen wurden stets beobachtet, indem man beide Uhren zugleich hören konnte; hierdurch erhielt man den Gang der einen Uhr gegen die andere, in der Zwischenzeit weniger Stunden, mit einer Genauigkeit, welche wenig zu wünschen übrig läfst, und fast denselben Erfolg hervorbringt, den man durch unmittelbare Anwendung der Hauptuhr erlangt haben würde.

Die Berechnungsart der Beobachtungen ist, wenn man Unterschiede in der Form nicht erwähnen will, nur dadurch von der gewöhnlichen verschieden, dafs man die Schwingungszeit des Pendels so bestimmt hat, dafs alle beobachteten Coincidenzmomente gleichen Werth erhalten; — bisher war es gebräuchlich, die erste Coincidenz mit der 2ten, die 2te mit der 3ten u. s. w. zu verbinden, und aus den einzelnen dadurch erhaltenen Resultaten das Mittel zu nehmen; diefs ist nicht ganz richtig, indem dadurch das Mittel allein auf den beiden äufseren Beobachtungen beruht, und die zwischenliegenden aus dem Resultate verschwinden; der Nachtheil dieses Verfahrens gegen das richtige, welches *allen* Beobachtungen gleichen Stimmwerth beilegt, war aber nicht von grofser Bedeutung, indem die Genauigkeit, womit man die Coincidenzen beobachten kann, das Resultat, wenn

es auch nicht das wahrscheinlichste war, immer sehr nahe an die Wahrheit brachte. — Inzwischen ist statt der bisherigen Theorie der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit hier eine andere substituirt worden, aus welcher *sehr* verschiedene Reductionen der Pendellängen auf den leeren Raum folgen.

Man hat nämlich sich der Vorschrift, welche Newton gegeben hat, die beschleunigende Kraft, welche ein in einer Flüssigkeit bewegter Körper durch die Schwere erfährt, seiner relativen Schwere gleich angenommen, oder wenn $m$ seine Masse ist, $m'$ die Masse der aus dem Wege gedrängten Flüssigkeit $= \frac{m - m'}{m}$. Hierdurch wird die bewegende Kraft $m - m'$ auf die materiellen Punkte im Körper vertheilt; allein das System, dessen Bewegung man betrachtet, besteht *nicht aus dem Körper allein,* sondern *aus dem Körper und der Flüssigkeit;* es läfst sich daher nicht rechtfertigen, dafs man die durch die Bewegung des Körpers erzeugte Bewegung der Flüssigkeit unberücksichtigt gelassen hat.

Die Differentialgleichung der Bewegung eines Pendels in einer Flüssigkeit, welche in der Abhandlung gegeben ist, zeigt, dafs die lebendige Kraft des Pendels, durch die Einwirkung der Flüssigkeit, um die Summe der Producte jedes Theilchens derselben in das Quadrat seiner Geschwindigkeit, vermehrt werden mufs. Aufserdem mufs die bewegende Kraft, welche das Pendel erfährt, von der bisherigen Vorschrift abweichend in Rechnung gebracht werden, immer wenn das Pendel aus heterogenen Theilen zusammengesetzt ist: die Wirkung der Schwere ist nämlich stets gegen den Schwerpunkt der Masse gerichtet, die der Luft gegen den Schwerpunkt der äufseren Figur des Pendels, welche beide nur bei einem homogenen Pendel, oder wenn es aus heterogenen Theilen besteht, im Falle der symmetrischen Vertheilung um den Schwerpunkt, zusammenfallen.

Die erste Abweichung von der älteren Theorie führt auf die allgemeine Schwierigkeit, welche die hydrodynamischen Aufgaben darbieten, und welche noch so weit von ihrer Auflösung entfernt ist, dafs sogar seit der Zeit, wo d'Alembert die richtigen Differentialgleichungen der Aufgabe fand, kein einziger Vorschritt gelungen ist. Man kann also nicht daran denken, die in die Rechnung kommende Summe der Producte aller Theilchen der Flüssigkeit, jedes in das Quadrat seiner Geschwindigkeit multiplicirt, direct zu bestimmen, selbst nicht einmal für die einfachste Form eines Pendels. Indessen ist in der Abhandlung gezeigt worden, dafs wenn die Bewegung der Flüssigkeit dieselbe Periode hat, welche dem Pendel eigenthümlich ist, dieser Theil der Einwirkung der Flüssigkeit immer nur eine Aenderung *des Moments der Trägheit* des Pendels hervorbringt. Die eben ausgesprochene Voraussetzung, unter welcher dieses wahr ist, ist die allgemeinste, welche man machen kann; ihr wirkliches Stattfinden kann nicht bezweifelt werden, wenn man die ersten Schwingungen des Pendels (die, bei welchen die Umstände der ursprünglichen Bewegung noch nicht durch die Widerstände vernichtet sind) ausnimmt.

Es geht hieraus hervor, dafs das Pendel in der Flüssigkeit schwingt, wie ein ähnliches, mit vermehrtem Momente der Trägheit, im leeren Raume. Die Quantität dieser Vermehrung, welche von der Gröfse und Figur des Pendels abhängt, bestimmt der Calcul nicht; allein die Erkenntnifs der Art, wie sie wirkt, zeigt, wie sie durch Versuche bestimmt werden kann.

Um dieses zu erlangen, wurde, aufser zwei Reihen von Beobachtungen mit einer Kugel von Messing von 2 Zoll Durchmesser, noch eine Reihe von Versuchen mit einer gleich grofsen, aber weit leichteren Kugel von Elfenbein gemacht. Nach der älteren Theorie hätte sich, durch beide Kugeln, dieselbe Länge des einfachen Secundenpendels ergeben sollen; allein der Unterschied war sehr

grofs $=0^{L},291$. Diefs zeigt, dafs der Einfluſs der Quantität der Luft, welche durch das Pendel in Bewegung gesetzt wird und deren Bewegung in Rechnung gezogen werden mufs, keinesweges unerheblich, sondern nahe so grofs ist, als der bisher allein berücksichtigte der aus dem Wege gedrängten Luft; so dafs die ältere Reduction für die angewandten schwingenden Kugeln nur etwa die Hälfte derjenigen ist, welche man anbringen mufs.

Nachdem dieser erhebliche Umstand in Ordnung gebracht war, standen der definitiven Berechnung der Versuche keine Hindernisse mehr im Wege. Es sind 11 von einander unabhängige Bestimmungen der Länge des einfachen Secundenpendels mit der Kugel von Messing gemacht worden; jede beruht auf 4 Versuchen mit dem langen und 2 mit dem kurzen Pendel. Ferner 4 Bestimmungen mit der Kugel von Elfenbein, jede auf 4 Versuchen mit jedem der Pendel beruhend. Das wahrscheinlichste Resultat aus allen, ist, für den 11,2 Toisen über der Ostsee gelegenen Beobachtungsort, die Länge des einfachen Secundenpendels

$$=440^{Lin},8147.$$

Die Abweichungen der einzelnen Bestimmungen betragen:

Kugel von Messing.

$-0^{L},0003$
$+0,0027$
$-0,0014$
$+0,0013$
$-0,0027$
$-0,0015$
$+0,0009$
$-0,0038$
$+0,0010$
$-0,0001$
$+0,0037$

Kugel von Elfenbein.

+0,0002
−0,0044
−0,0020
+0,0060.

So klein diese Abweichungen sind, so kann man die Beobachtungen doch noch merklich besser darstellen, wenn man die Ausdehnung der Toise durch die Wärme, welche für jeden Grad des Centesimalthermometers, nach Borda =0,0000114 angenommen wurde, etwas vermehrt, =0,00001167; dieses hat aber auf die Länge des einfachen Secundenpendels nur einen Einfluſs von $+0^{L},0003$.

---

Dieſs ist der Inhalt des ersten Abschnitts der Abhandlung; einzelne Untersuchungen über verschiedene Theile des Apparats u. s. w. sind hier nicht erwähnt worden; sie sind theils in der Abhandlung selbst enthalten, theils als besondere Beilagen gegeben.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit verschiedenen Prüfungen, welche zum Theil mit der Bestimmung selbst in Verbindung stehen, meistens aber Gegenstände betreffen, welche bei *anderen* Untersuchungen über die Pendellängen Gewicht erlangen.

Eine Vergleichung des für Königsberg erhaltenen Resultats mit denen von Borda, Biot und Arago, und Kater, suchte man durch ein unveränderliches Pendel zu erhalten, welches Herrn General-Lieutenant v. Müffling gehört, von diesem in Paris beobachtet und später nach Königsberg gesandt wurde; ferner durch die bekannte Uebertragung der Schwere von Paris nach Greenwich, durch die Herren Biot, Arago und Alex. v. Humboldt. Inzwischen müſsten die französischen und englischen Resultate, vor ihrer Vergleichung mit dem in Königsberg erhaltenen, von dem Fehler befreit werden, welchen sie durch die zu ihrer Reduction angewandte un-

vollständige Theorie der Bewegung der Pendel in Luft erlitten haben. Um diesen Fehler mit Sicherheit auszumitteln, müfste den Versuchen der französischen Geometer und Astronomen noch eine neue Reihe hinzugefügt werden, bei welcher, statt der Kugel von Platin, eine weit leichtere von derselben Gröfse beobachtet wird. Will man indessen, um eine vorläufige Uebersicht zu erhalten, annehmen, dafs die durch zwei Kugeln von verschiedener Gröfse in Bewegung gesetzten Luftmassen sich wie die Gröfsen der Kugeln verhalten, so wird man aus der in Königsberg erhaltenen Bestimmung die Verbesserung für die französische Platinkugel schätzen können. Man findet auf diese Art, dafs die, sowohl von Borda als von Biot und Arago bestimmten Längen des einfachen Secundenpendels um $0^{L},025$ vergröfsert werden müssen. — Kater's Resultat aber kann vorläufig gar nicht auf den leeren Raum reducirt werden; es ist dazu eine ergänzende Reihe von Versuchen nothwendig, allein es ist vielleicht noch schicklicher den Apparat selbst wesentlich abzuändern, so wie es unten angedeutet werden wird.

Die Vergleichungen zwischen Paris und Königsberg, welche das unveränderliche Pendel des Herrn General-Lieutenants v. Müffling gegeben hat, ergiebt die Secundenpendellänge am letzten Orte $0^{L},2756$ gröfser als am ersten. Fügt man diesen Unterschied und die Verbesserung der Reduction auf den leeren Raum $=+0^{L},025$ zu Borda's Resultate hinzu, so erhält man für Königsberg $440^{L},860$, oder $0^{L},045$ mehr als direct bestimmt worden ist. Inzwischen ist ein Grund vorhanden, das Resultat der Uebertragung von Paris nach Königsberg für unzuverlässig zu halten; die Herren Biot, Arago und Alexander v. Humboldt haben nämlich zwei unveränderliche Pendel von Paris nach Greenwich und wieder zurück überbracht, wodurch die Schwere von Paris nach Greenwich übertragen worden ist; ferner hat Capt. Sabine bemerkt, dafs die Pendellängen an verschiedenen

Orten der Erde sehr nahe seiner Formel entsprechen, wenn die geologische Beschaffenheit dieser Orte dieselbe ist. Man hat also die Pendellänge von Borda mittelst des Resultats der unveränderlichen Pendel nach Greenwich, und von dort mittelst der Formel von Sabine nach Königsberg übertragen zu dürfen geglaubt, indem die geologische Beschaffenheit der beiden letzten Orte nahe gleich zu seyn scheint. Dadurch hatte sich eine zweite Vergleichung zwischen Paris und Königsberg ergeben, welche nicht den Unterschied von $0^L,045$, sondern eine fast vollkommene Uebereinstimmung giebt. Es wäre daher möglich, dafs die Schneide des unveränderlichen Pendels des Herrn v. Müffling zwischen seinen Vergleichungen in Paris und Königsberg (1808 und 1826) eine kleine Veränderung erlitten hätte. Die Uebertragung durch neue Pendel, mit der möglichsten Vorsicht gemacht, würde sehr wünschenswerth seyn.

Da das Resultat der Abhandlung von der neuen Theorie der Entwicklung der Luft auf die Bewegung eines Pendels so sehr abhängig ist, so wurde für nöthig erachtet, noch anderweitige Versuche anzustellen, wodurch der Fehler der alten Theorie noch augenfälliger an den Tag gelegt wurde. Dem zufolge wurden Schwingungen verschiedener Körper in einem grofsen Wassergefäfse beobachtet: zuerst der Messingkugel; dann eines hohlen Cylinders von Messing, dessen spec. Schwere $=2{,}0788$ war; endlich desselben Cylinders, nachdem der Boden herausgenommen war, wodurch er die spec. Schwere des Messings selbst erhielt, also, der alten Theorie zufolge, hätte schwingen sollen, wie eine Kugel von Messing. Diese drei Körper zeigten folgende Schwingungszeiten, welchen die nach der Newton'schen Theorie berechneten beigesetzt sind, damit man den grofsen Unterschied gleich übersehe:

| | | Beobachtet. | Newton's Theorie. |
|---|---|---|---|
| Kugel von Messing . . . | langes Pendel | 1″,9085 | 1,8373 |
| | kurzes — | 1,1078 | 1,0693 |
| Hohl-Cylinder . . . . . | langes — | 2,7892 | 2,3928 |
| | kurzes — | 1,6385 | 1,4021 |
| derselbe ohne Boden . . | langes — | 2,5675 | 1,8339 |
| | kurzes — | 1,5042 | 1,0683 |

Der Versuch mit dem Hohl-Cylinder ohne Boden zeigt, dafs der Einflufs der Figur des schwingenden Körpers *sehr* grofs ist; die Figur dieses Körpers hat hier eine etwa 12 Mal so grofse Wirkung hervorgebracht, als dieselbe Masse in Form einer Kugel erfahren haben würde. — Auch wurde noch ein dem Katerschen ähnliches Pendel *) in einem hohen Wassergefäfse in Schwingung gesetzt; in der Luft machte es um jede seiner Schneiden eine Schwingung in 1″,0002 m. Z., in Wasser, als das gröfsere Gewicht unten war in 1″,1177, als es oben war in 1″,1450. Der Isochronismus der Schwingungen ging also verloren, wie zu erwarten war.

Solchergestalt ist an der Unzulänglichkeit der älteren Theorie nicht mehr zu zweifeln. Indessen kamen noch andere Punkte in Betracht, welche eine gründlichere Untersuchung zu verdienen schienen, als sie bisher erfahren haben. Der erste, welcher sich darbot, war die Cylindricität der Schneiden, worüber der grofse Laplace die wichtige Bemerkung gemacht hat, dafs sie auf die Pendellänge erheblichen Einflufs erhalten kann. Wenn man die Schneiden als abgestumpft und zwar durch einen Kreis-Cylinder begrenzt annimmt, so hat Laplace gezeigt, dafs die Einwirkung auf ein Pendel, welches in der Construction dem einfachen Pendel nahe kömmt, darin besteht, dafs der Mittelpunkt der Bewegung nicht in der

*) Es ist bekannt, dafs die Ehre der Erfindung desselben unserm berühmten Landsmann Bohnenberger gebührt. *B.*

Ebene liegt, auf welcher die Schneide ruht, sondern um den Halbmesser des Cylinders tiefer. Die Herren Biot und Arago haben ferner bemerkt, dafs es auf die Gröfse der Abstumpfung nicht allein, sondern auch auf die Art ihrer Krümmung ankömmt. Wenn man die Breite der Abstumpfung als sehr gering annimmt, so kann man diese zwar unter einem Mikroskope messen, allein man erlangt dadurch kein Urtheil über den Halbmesser ihrer Krümmung, welcher in der That durch kein directes Mittel bestimmt werden kann. Es ist daher die Aufgabe in der Abhandlung allgemeiner betrachtet worden, so dafs man den Durchschnitt des Cylinders, welcher die Schneide begrenzt, als einen Kegelschnitt angesehen hat, dessen willkührliche Excentricität das Mittel giebt, der Abstumpfung alle möglichen Krümmungen beizulegen; die abgeschliffenen Seiten des Prisma's, welches die Schneide bildet, sind Tangenten an den Kegelschnitt. Wenn man die Breite der Abstumpfung durch $b$ bezeichnet, so findet sich, durch die Verfolgung der eben erwähnten Ansicht, ihr Einflufs auf die Pendellänge $=bq$, wo $q$ ein von der Excentricität des Kegelschnitts, dem Neigungswinkel der Ebenen des Prisma's und dem Schwingungswinkel des Pendels abhängiger Coëfficient ist. Die Werthe dieses Coëfficienten für verschiedene Werthe der Excentricität hängen von den elliptischen Transcendenten ab, und sind in einer Beilage entwickelt worden. Es geht daraus hervor, dafs dieser Einflufs sehr erheblich werden und die Gröfse von $b$ 20 bis 30 Mal übersteigen kann. Dieses ist dann der Fall, wenn die Abstumpfung der Schneide eine Ellipse mit sehr starker Abplattung und aufwärts gekehrter kleinen Axe ist. Um sicher zu seyn, dafs dieser sehr grofse Einflufs nicht statt findet, müfste man sich überzeugen können, dafs Abstumpfungen dieser Art so wenig durch die Operation des Abschleifens, als durch den fortgesetzten Gebrauch einer Schneide entstehen können.

Indessen bezweifelt Herr Biot diesen Einfluſs ganz, indem er glaubt, daſs die Schneide die Unterlage nur durch kleine Hervorragungen berühre, welche als unendlich kleine Punkte zu betrachten seyen, um welche das Pendel sich wie um eine feste Axe drehe. Um hierüber eine Entscheidung zu erhalten, wurde eine Schneide absichtlich abgestumpft, durch ein Verfahren, welches einen sehr groſsen Krümmungshalbmesser ergeben muſste. Die Schwingungen des Pendels auf dieser Schneide, deren Abstumpfung $0^{L},0216$ breit war, zeigten in der That einen sehr bedeutenden Einfluſs, welcher die Länge des einfachen Secundenpendels um $\frac{1}{4}$ Linie verlängert haben würde. Ein zweiter Versuch, bei welchem die Breite der Abstumpfung $0^{L},0135$ war, gab ein ähnliches, nur im Verhältnisse der geringeren Breite der Abstumpfung kleineres, etwa $\frac{1}{6}$ Lin. betragendes Resultat. Hiernach kann man die Ansicht des Herrn Biot nicht unbedingt für wahr erkennen; man muſs im Gegentheil annehmen, daſs die Versuche dieses groſsen Physikers mit zwei Schneiden, deren eine fein war, die andere *breiter* abgestumpft als die, womit der zuletzt angeführte Königsberger Versuch gemacht ist, nur deshalb übereinstimmen, weil die Art der Krümmung der letzteren weniger ungünstig war, als sie hätte seyn können. Uebrigens ist auch die Behauptung, daſs das mit einem Pendel mit reciproken Axen erhaltene Resultat von der Abstumpfung der Schneiden gänzlich frei sey, nur dann wahr, wenn das Product $bq$ für beide Schneiden gleich ist. Es giebt aber ein leichtes Mittel, auch mit abgestumpften Schneiden das richtige Resultat zu erhalten: man muſs sie so einrichten, daſs sie mit einander verwechselt werden können, wodurch der Fehler, nach der Verwechselung, in gleicher Gröſse auf die entgegengesetzte Seite gebracht wird.

Man hat ferner vorausgesetzt, daſs die Schneiden bei der Bewegung des Pendels absolut fest liegen. Um dieses zu prüfen, wurde eine besondere Vorrichtung, eine Art

von Fühlhebel, angewandt, welcher so empfindlich war, dafs er schon eine Bewegung von $\frac{1}{300000}$ Linie verrathen mufste. Hiedurch fand sich, dafs die Bewegung des Pendels wirklich eine Bewegung der Schneiden hervorbringt, und zwar eine stets *nach* der Richtung der Bewegung des Pendels gehende; die Ausdehnung dieser Bewegung konnte gemessen werden, sie war für harte Unterlagen sehr klein, für weichere aber weit gröfser; für jene bei dem Schwingungswinkel von $1^0 = \frac{1}{250000}$ Linie; als die Schneide auf 2 Messing-Cylinder gelegt wurde, erlangte die Bewegung die bei der starken Vergröfserung des Fühlhebels sehr augenfällige Gröfse von $\frac{1}{70000}$ Linie. Diese Erfahrung, verbunden mit Beobachtungen der Schwingungszeiten des Pendels auf verschiedenen Unterlagen, klärte die Art der Einwirkung der letzteren auf.

Es zeigte sich nämlich, dafs, wenn man das Pendel auf weicheren Unterlagen schwingen liefs, die Schwingungszeit sehr bedeutend verkürzt wurde; es werden Versuche angeführt, bei welchen dieser Einflufs die Länge des einfachen, gleichzeitig schwingenden Pendels um mehr als eine halbe Linie verkürzte. Obgleich aber dieser Fehler weit gröfser ist, als man ihn bei den Versuchen über die Pendellänge je befürchten darf, indem Niemand weiche Unterlagen nehmen wird, während sehr harte vorhanden sind, so sind die Versuche dennoch lehrreich, weil sie über eine Einwirkung Licht verbreiten, welche nach unseren bisherigen Ansichten ganz unerklärlich ist. Wie aus der Verbindung beider Wahrnehmungen ein Resultat gezogen werden kann, mufs in der Abhandlung selbst nachgelesen werden. Es folgt aber daraus, dafs die Schneide in die Unterlage einen Eindruck macht, und dafs die Einwirkung auf die Schwingungszeit entsteht, indem die *höher* festliegende Schneide, *tiefer* die Materie der Unterlage aus dem Wege drängt, wodurch ihre Bewegung aufgehalten und beim Zurückschwingen befördert wird; das letztere durch das Bestreben der Materie der

Unterlage, ihre eigenthümliche Stelle wieder einzunehmen. Es ist auffallend, wie Erscheinungen, welche in einem Raume vor sich gehen, welcher wegen seiner äufsersten Kleinheit sich jeder directen Beobachtung entzieht, durch die Einwirkung, welche sie auf die Schwingungszeit äufsern, ihre Natur sehr augenfällig verrathen. — Um ein Pendel mit reciproken Axen auch von dieser Einwirkung so viel als möglich frei zu machen, mufs man gleichfalls das schon vorgeschlagene Mittel der Verwechselung der Schneiden anwenden.

Es wird auch ein Mittel angegeben, *dieses* Pendel von der Schwierigkeit gänzlich zu befreien, welche aus dem Einflusse der Bewegung in der Luft entsteht. Dieses erlangt man, wenn man es der äufseren Figur nach ganz symmetrisch construirt, also mit zwei gleich grofsen und gegen die beiden Schneiden gleich gelegenen Gewichten, deren eins aus vollem Metalle besteht, das andere hohl ist. Ein so, und mit verwechselbaren Schneiden eingerichtetes Pendel mufs die richtige Pendellänge geben, wenn die magnetische Eigenschaft, welche Herr Arago an nicht eisenhaltigen Substanzen entdeckt hat, nicht einen Einflufs erlangt. Man könnte das Pendel mit der drehenden Scheibe von Messing, den Erdmagnetismus mit der Nadel vergleichen. — Es wäre zu wünschen, dafs der berühmte Entdecker dieser merkwürdigen Eigenschaft hierüber seine Meinung ausspräche.

Endlich sind noch Versuche angeführt, aus welchen sich die Pendellänge für Königsberg aus der Messung der *einzelnen* Pendel, deren Unterschied allein zu dieser Bestimmung benutzt worden ist, ergiebt. Diefs bestätigt das oben angeführte Resultat bis auf eine Kleinigkeit, welches sehr wohl anderweitig erklärt werden kann. — Dafs der Erdmagnetismus auf ein Pendel, welches aus einer Kugel von kleinem Durchmesser an einem verhältnifsmäfsig langen Faden aufgehängt besteht, merklichen Einflufs äufsern sollte, ist nicht gedenkbar. Ob die Schwer-

kraft, welche verschiedene Metalle und andere irdische Substanzen erfahren, genau gleich ist, wird aus einer besonderen Untersuchung hervorgehen, wozu der Apparat besonders geeignet ist, und welche jetzt vorbereitet wird.

---

## II. *Zusätze zu der Abhandlung: Von dem in allen Metallen durch Vertheilung zu erregenden Magnetismus; vom Dr. T. J. Seebeck**).

### I.

Später angestellte Versuche mit *Eisenfeilspähnen*, welche in verschiedener Dicke in Pappschachteln aufgehäuft waren, gaben folgende Resultate.

Eine Magnetnadel, welche in einer Höhe von ungefähr 3 Linien 116 Schwingungen von 45 — 10° machte, vollbrachte:

1. Ueber einer $\frac{1}{2}$ Linie dicken Schicht von Eisenfeilspähnen, welche mit einer $\frac{3}{4}$ Linie dicken Pappscheibe bedeckt war, 63 Schwingungen.

2. Ueber einer 1 Linie dicken Schicht Eisenfeilspähne 35 Schwingungen.

3. Ueber einer 9 Linien dicken Schicht derselben Spähne 29 Schwingungen von 45 — 10°.

Diese Magnetnadel erregte also einen um so stärkeren Magnetismus durch Vertheilung in dem unter ihr liegenden *Eisen*, je gröfser die Masse desselben war, wodurch denn auch die Zahl der Schwingungen vermindert werden mufste, da die von allen Theilen der Nadel in

*) Aus den so eben erschienenen Denkschriften der K. Academie von 1825. Ein Auszug aus der Abhandlung, worauf sich diese Zusätze beziehen, ist den Lesern schon in Bd. 83. S. 203. dies. Ann. mitgetheilt. Wo es das Verständnifs nöthig machen sollte, hätte man diesen Auszug zu Rathe zu ziehen. *P.*

in der Eisenfeile erregten vorübergehenden oder veränderlichen entgegengesetzten Pole anziehend, und also die Bewegung der Nadel hemmend wirken mufsten.

4. Dieselbe Magnetnadel in derselben Höhe über einer 9 Linien dicken Schicht von Drehspähnen einer Legirung von *Kupfer* mit 3 Proc. *Eisen* machte 97 Schwingungen, und

5. Ueber einer 9 Linien dicken Schicht von Drehspähnen einer Legirung von *Messing* mit 5 Proc. *Eisen* machte sie 87 Schwingungen von 45 — 10°.

6. Wurde diese Magnetnadel in der vorigen Höhe von ungefähr $3\frac{3}{4}$ Linie über einer 9 Lin. dicken Schicht von angeblich reinen *Kupfer*-Drehspähnen gestellt, so vollbrachte sie 116 Schwingungen von 45 — 10°; also eben so viel als für sich und ohne diese Unterlage.

7. Als aber die Magnetnadel der Compafsrose bis auf $1\frac{1}{2}$ Lin. Abstand genähert wurde, so bewirkte diese Masse von *Kupfer*-Drehspähnen schon eine Verminderung der Schwingungen; die Zahl derselben betrug nun von 45—10° nur noch 107 — 108. Wäre ein stärkerer Magnet statt jener Nadel angewendet worden, so würde die Differenz in der Zahl der Schwingungen über diesen Spähnen und ohne dieselben verhältnifsmäfsig gröfser ausgefallen seyn.

Alle hier angeführte Thatsachen scheinen mir die früher (dies. Ann. Bd. 83. S. 210.) gegebene Erklärung von der Hemmung, welche Magnetnadeln und Magnetstäbe über *ruhenden* Metallscheiben erleiden, vollkommen zu bestätigen. Wir ersehen hieraus zugleich, dafs das Vermögen der Metalle, durch Vertheilung eine magnetische Polarität anzunehmen, viel gröfser ist, wenn sie eine feste Masse bilden, als wenn sie fein zertheilt sind. Wenn nun diefs Vermögen in einem Metall, welches dasselbe in so hohem Grade besitzt, wie das *Eisen*, schon so beträchtlich durch den aufgehobenen Zusammenhang und durch feine Zertheilung vermindert ist, wie aus der Vergleichung dieser Versuche mit den übrigen in dieser

Abhandlung angeführten Versuchen mit Eisenblechen hervorgeht, so kann es nicht befremden, die hemmende Wirkung der Kupfer-Drehspähne im sechsten Versuch dieser Note *Null* zu finden. Aus Versuch 7 ersehen wir aber zugleich, dafs dem *Kupfer* selbst dann, wenn es sich in der ungünstigsten Form, d. h. in mehr oder weniger fein zertheiltem Zustande befindet, das Vermögen, durch Vertheilung magnetisirt zu werden, niemals ganz fehlt. Wie wichtig der vollkommene Zusammenhang der Metallmassen in Beziehung auf die Einwirkung derselben auf die schwingende Magnetnadel, folglich auch, nach unserer Ansicht, auf das magnetische Polarisationsvermögen der den Magneten genäherten Metalle ist, haben uns auch Herschel's d. Jüng. interessante Versuche mit *Kupferscheiben*, in welche einige Einschnitte gemacht waren, gelehrt; denn schon bedeutend war hierdurch die Wirkung dieser Scheiben auf die oscillirende Magnetnadel verringert.

Aus dem vierten und fünften Versuch dieser Note geht hervor, dafs die magnetische Polarisation des *Kupfers* und *Messings* um so gröfser ist, je mehr *Eisen* sie enthalten, und man könnte hierdurch veranlafst werden zu fragen, ob nicht vielleicht die Metalle überhaupt erst durch einen, wenn auch nur geringen Gehalt von *Eisen* das Vermögen erlangen, magnetische Pole durch Vertheilung anzunehmen? Es ist nicht zu läugnen, dafs in vielen Fällen der Eisengehalt der Metalle ihre Capacität für den Magnetismus vermehre; dafs er sie aber erst erzeuge, kann keinesweges als allgemein geltend angenommen werden. Aus den früher (dies. Ann. Bd. 83. S. 213.) angeführten Beobachtungen ersehen wir, dafs das *Eisen* selbst sein Vermögen, magnetisch zu werden, in Alliagen verliert, in denen es in beträchtlicher Menge vorhanden ist, oder dafs wenigstens seine Capacität für den Magnetismus durch Zusatz von andern Metallen in hohem Grade vermindert wird. Auch wissen wir ja längst, dafs andere, und dazu für sich des Magnetismus nicht fähige, oder doch im schwächsten

Grade fähige Körper, wie die *Kohle*, dem *Eisen* das Vermögen ertheilen, den in ihm durch Vertheilung erregten Magnetismus fester zu binden, dauernder zu machen; eine Erfahrung, welche wohl die Frage veranlassen könnte, ob nicht der Magnetismus im Eisen selbst erst bedingt sey durch die Gegenwart eines andern mit ihm verbundenen Körpers? Ohne ein grofses Gewicht darauf zu legen, will ich nur an diese schon mehrmals aufgeworfene Frage, welche aber noch immer unbeantwortet geblieben, erinnern. Man hat ferner im *Nickel*, welches mit der gröfsten Sorgfalt bereitet worden, und welches einen starken Magnetismus durch Vertheilung annahm, nicht eine Spur von *Eisen* entdecken können. Und die früher (dies. Ann. Bd. 83. S. 215.) angeführten Thatsachen belehren uns, dafs das Vermögen des *Nickels* zur magnetischen Polarisation durch ein anderes Metall, als beim *Eisen* erforderlich ist, geschwächt und bei einem bestimmten Mischungsverhältnifs desselben zum *Nickel* aufgehoben werden kann, nämlich dem *Kupfer*, welches das magnetische Polarisationsvermögen des *Eisens* nicht aufhebt, und in welchem das eigene Polarisationsvermögen noch durch Zusatz von *Eisen*, oder Vermehrung seines ursprünglichen Eisengehalts, verstärkt wird.

Alle diese Thatsachen sprechen entschieden gegen die Hypothese, der zu Folge der Magnetismus der Körper lediglich einem Eisengehalt derselben zugeschrieben wird. Zugleich scheinen mir aber auch die hier mitgetheilten Erfahrungen anzudeuten, dafs wenn es Metallverbindungen giebt, welche gegenseitig das Vermögen zur magnetischen Polarisation durch Vertheilung in einander schwächen, und in bestimmten Mischungsverhältnissen sogar vernichten, — in andern Metallverbindungen ebensowohl das Gegentheil hiervon statt finden könne, nämlich Verstärkung dieses Vermögens durch gegenseitige Einwirkung der Metalle auf einander. Zur Aufklärung hierüber möchten wohl zunächst Versuche mit Alliagen von

Metallen, welche eines dauernden Magnetismus fähig sind, mit andern, in dieser Beziehung schwächeren Metallen nothwendig seyn, z. B. mit Alliagen von *Kupfer* und *Eisen*, von *Platina* mit *Nickel*, *Gold* mit *Nickel*, von *Platina* mit *Eisen* und nicht minder mit Alliagen von *Kupfer* mit *Platina* u. s. w. Das *Eisen* gehört zwar zu denjenigen Metallen, welche sich in gröfserer Menge nur mit wenigen andern Metallen verbinden, in geringerer Menge geht aber das *Eisen* fast mit allen sehr innige und gleichförmige Verbindungen ein, und es ist zu erwarten, dafs ein sehr geringer Antheil von *Eisen* in den dichteren Metallen, z. B. im *Kupfer* und im *Golde* u. s. w. den Magnetismus bedeutend erhöhen werde. Von dem Quantitätsverhältnifs dieser Körper abhängige Wendepunkte, *Maxima* und *Minima*, werden hier ohne Zweifel auch vorkommen. Die Aufmerksamkeit der Experimentatoren wird aber bei diesen Versuchen nicht allein auf die Quantitätsverhältnisse, sondern auch auf die Art der Verbindung der Körper, und die äufseren Bedingungen, unter denen sie erfolgt, gerichtet seyn müssen u. s. w.

Beiläufig bemerke ich noch, dafs ich nach meinen bisherigen Erfahrungen über das magnetische Verhalten der *Eisenfeilspähne* schliefsen mufs, dafs Scheiben von diesen, statt der von Herrn Barlow erfundenen Correctionsscheiben von massivem Eisen (um den störenden Einflufs des übrigen Eisens auf den Schiffen abzuwenden), nicht nur angewendet werden können, sondern dafs jene vor diesen in einer Beziehung noch den Vorzug verdienen möchten. Scheiben von Eisenfeilspähnen nehmen zwar eine schwächere magnetische Polarität durch die Stellung (d. h. durch Einwirkung des Erdmagnetismus) an, sie behalten ihn aber bei weitem nicht so lange als massive Eisenscheiben, welche schon durch Stellung, und wenn sie sich einige Zeit in der Nähe von Magneten befinden, feste Pole annehmen, welche nicht immer so leicht oder so bald aufzuheben sind, als bei weiterer

Anwendung derselben wohl nöthig seyn möchte. Die Verfertigung gleichförmiger Scheiben von Eisenfeile hat ihre Schwierigkeiten, doch glaube ich, dafs ein geschickter Künstler diese wird überwinden können. Am zweckmäfsigsten möchte es seyn, die Eisenfeilspähne mit einem nicht zu weichen harzigen *Kitt* zu vermischen, diesen gut durchzukneten, und ihn in eine flache kupferne Schaale einzuschliefsen.

II.

Die Zahl der *Pendelschwingungen* und die Weite der Bogen einer an einem Faden hängenden Magnetnadel nimmt, wenn diese über Metallplatten horizontal schwebt, schneller ab, die Nadel kommt auch als Pendel früher zur Ruhe, als wenn sie frei für sich oder über Papier, Marmor oder Holz, in der Verticalebene in kleinen Bogen schwingt. Die Pendelschwingungen einer solchen Magnetnadel sind aber, bei gleicher Länge des Fadens und der Schwingungsbogen, in beiden Fällen eben sowohl *isochronisch*, wie die Schwingungen der Nadel in der Horizontalebene, wie aus folgenden später angestellten Versuchen zu ersehen ist. Ein Magnetstäbchen von $4\frac{1}{4}$ Zoll Länge, $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, welches stark magnetisch war, und an einem Seidenfaden in einer $22\frac{1}{2}$ Zoll hohen Glasglocke hing, machte über einer horizontal gestellten Marmorplatte, von welcher beide Pole des Magnetstabes ungefähr $2\frac{1}{2}$ Linie entfernt waren, 100 Pendelschläge in der magnetischen Aequatorialebene, wobei der Magnetstab immer im magnetischen Meridian gerichtet blieb, nach dem Mittel aus mehreren Versuchen in Zeit von 1 Minute 11 Secunden 55 Tertien. Dasselbe Magnetstäbchen über 3 runden *Kupferscheiben*, welche 10 Zoll im Durchmesser halten, und zusammen $6\frac{1}{2}$ Linie dick waren, zugleich aber auch zwischen 2 vertikal gestellten *Kupfermassen* von 25 □Zoll Fläche und 8 Linien Dicke so gestellt, dafs die Pole

desselben sowohl von den horizontalen als von den vertikalen *Kupfermassen* ungefähr $2\frac{1}{2}$ Lin. abstanden, machte 100 Pendelschläge in der magnetischen Aequatorialebene, nach dem Mittel aus mehreren Versuchen in 1 Minute 12 Secunden 1 Tertie. Diese Versuche wurden unmittelbar nach einander und bei gleicher Temperatur angestellt. Schon nach 150 Schwingungen befand sich der Magnetstab im letzteren Fall in Ruhe, da er im ersteren Fall über 900 Schwingungen machte, ehe er dem bloſsen Auge zu ruhen schien. Hieraus ergiebt sich also, daſs die Pendelschwingungen eines Magnetstabes durch Metallmassen in der Nähe desselben eben so gehemmt werden, als wenn eine dichtere Luft denselben umgeben hätte, oder als wenn das Gewicht des Stabes vermindert worden wäre. Eine *Kupfermasse, über* oder *zwischen* den Polen von Magneten pendelförmig schwingend, wird also ebenfalls früher eine Verminderung der Weite ihrer Oscillationsbogen erleiden, als eine frei schwebende Kupfermasse. Ferner wird von den metallischen Körpern ein Pendel von *Quecksilber* am wenigsten durch Magnete gehemmt werden, und ein Pendel von Holz, mit einem Gewicht von eisenfreiem weiſsen Marmor oder von reinem Kieselglase, wird durch Magnete (und durch den Magnetismus der Erde?) gar nicht gehemmt werden u. s. w.

## III.

Noch überzeugender als die schon angeführten Thatsachen über den Einfluſs des Eisens auf die Schwingungen der Nadel, sind folgende später angestellte Versuche.

2) Ein *Eisenblech* (ein halbes Sägeblatt), von 2 Fuſs $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge, $4\frac{5}{8}$ Zoll Breite und $\frac{4}{10}$ Linie Dicke, welches durch Stellung in der magnetischen Inclinationsebene magnetisch geworden war, auf einer horizontalen Marmorplatte in dem magnetischen Meridian so gelegt, daſs der *s.* Pol ($+m.$) des *Eisenblechs* gegen *S.* ($-M.$) und der *n.* Pol ($-m.$) desselben gegen *N.* ($+M.$)

gerichtet war. Die Boussole, welche aus einem 10 Zoll hohen Glascylinder bestand, welcher oben mit einem hölzernen Deckel, und unten mit einer Compafsrose von Papier verschlossen war, über welcher die $2\frac{1}{2}$ Zoll lange Magnetnadel, deren Pole beträchtlich stärker als die des Eisenblechs waren, in einer Höhe von $2\frac{1}{2}$ Linie horizontal an einem Coconfaden schwebte, wurde auf einer Unterlage von einigen Pappscheiben mit ihrem Mittelpunkt über der *magnetischen Mitte* des Eisenblechs (oder doch der magnetischen Mitte desselben so nahe als möglich) gestellt, indem zugleich darauf gesehen wurde, dafs die Magnetnadel vor dem Anfang des Versuchs, eben so wie das Eisenblech, im magnetischen Meridian stand. Diese Nadel, welche für sich, und ohne irgend eine andere Unterlage als die Compafsrose, 104 Schwingungen von $45-10°$ gemacht hatte, durchlief in einer Höhe von $7\frac{1}{2}$ Linie über der obern Fläche des Eisenblechs denselben Raum in 34 Schwingungen; in einer Höhe von 5 Linien über dem Blech in 17—18 Schwingungen, und in einer Höhe von 4 Linien in 8 Schwingungen.

2. Als das Eisenblech umgewendet wurde, so dafs es mit seinem *n.* Pol (— *m.*) gegen *S.* (— *M.*) und mit seinem *s.* Pol (+ *m.*) gegen *N.* (+ *M.*) lag, so machte jene Magnetnadel $\alpha$) in einer Höhe von $7\frac{1}{2}$ Linie über dem Eisenblech (und über der magnetischen Mitte desselben) 98—99 Schwingungen; $\beta$) in einer Höhe von 5 Linien 64, und $\gamma$) in einer Höhe von 4 Lin. 44—45 Schwingungen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dafs das *Eisen* die Weite der Schwingungsbogen, und damit auch die Zahl der Schwingungen einer Magnetnadel, welche hinlänglich stark polar ist, jederzeit, und selbst dann noch vermindert, wenn das *Eisen* ziemlich starke magnetische Pole hat, dafs aber das Vermögen des Eisens, die Bogenweite der oscillirenden Magnetnadel zu vermindern, immer durch die feste oder veränderliche Polarität des-

selben gestört oder geschwächt wird, und diefs um so mehr, je stärker die Polarität des unter der Nadel liegenden Eisens ist. Hieraus folgt, dafs das Vermögen, die Weite der Schwingungsbogen der Magnetnadeln zu vermindern, in allen Metallen, welche eine feste magnetische Polarität anzunehmen im Stande sind (wie Eisen, Kobalt und Nickel), immer mehr oder weniger geschwächt seyn wird, und zwar, wenn sie nur durch Einwirkung des Erdmagnetismus eine Polarität erhalten, im Verhältnifs ihrer Capacität zum Magnetismus.

Bei Metallen, welche schon eine feste Polarität besitzen, hängt der Erfolg theils von der Form derselben, theils von dem Verhältnifs ihrer Polarität zu der der Magnetnadel ab, so wie auch von dem Orte, an welchem sich die Nadel über diesen magnetischen Unterlagen befindet. Nur dadurch, dafs das in den letzten Versuchen angewendete Eisenblech eine mäfsig starke Polarität und eine beträchtliche Länge hatte, wodurch dessen Pole weit von der Nadel entfernt waren, und dadurch, dafs es breit genug war, so dafs die Nadel in der ganzen Weite ihrer Schwingungsbogen von 90° über dem Blech blieb, und dazu über Theilen desselben, in denen der Magnetismus am schwächsten war, konnten die Erscheinungen eintreten, welche oben angegeben worden, nämlich dafs die die Oscillationen der Nadel hemmende Wirkung bei zunehmender Annäherung desselben, bis zu 4 Linien Abstand vom Eisenblech, ungeachtet des störenden Einflusses der Pole desselben, dennoch bedeutend zunahm; ferner, dafs die Ungleichheit in der Störung, bei der entgegengesetzten Lage der Pole des Eisenblechs gegen die in Beziehung auf die Erdpole in unveränderter Richtung sich erhaltenden Pole der Magnetnadel, nachgewiesen werden konnte.

In beiden, in diesem Zusatz unter 1. und 2. angeführten Fällen wirkte die Polarität des Eisenblechs auf die Bogenweite der oscillirenden Nadel störend ein, doch

in verschiedenem Grade, so wie auf verschiedene Weise. Im ersten Falle nämlich, wo die gleichnamigen Pole der Magnetnadel und des Eisenblechs einander zugekehrt, und zugleich gegen die ungleichnamigen Pole der Erde gerichtet waren, wurde die hemmende Wirkung des Eisenblechs durch die Repulsion seiner Pole vermindert; in dem zweiten Falle dagegen, wo die ungleichnamigen Pole der Magnetnadel und des Eisenblechs einander zugekehrt waren, wirkten die Pole des letzteren in gleichem Sinne mit den Polen der Erde; die die Magnetnadel *richtende Kraft* war also hier vermehrt, wodurch denn auch ihre Bewegung beschleunigt werden mufste. Die Schwingungen der Nadel können mithin auch in den beiden angeführten Fällen nicht isochronisch seyn, wie leicht einzusehen.

Ich kann nicht unterlassen, bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam zu machen, dafs Coulomb's Versuche mit eisenhaltigen Silbernadeln und mit Nadeln von Wachs, welche Eisenfeilspähne in verschiedener Quantität enthielten, den Resultaten, welche ich mit Magnetnadeln, welche über Eisenfeilspähnen und über Legirungen von Kupfer mit Eisen und von Messing mit Eisen erhielt, in vollkommener Uebereinstimmung sind, und dafs also auch jene Versuche Coulomb's für die hier gegebene Erklärung jener Erscheinungen sprechen. Denn Coulomb fand an jenen Körpern die Zahl der *gleichzeitig* vollbrachten Schwingungen um so gröfser, je mehr Eisen sie enthielten. Je mehr Eisen sie enthielten, desto stärker mufste also auch die richtende Kraft der Magnetstäbe, zwischen deren Polen sie schwebten, auf dieselben wirken, folglich die Zahl der von ihnen in gleichen Zeiten zu vollbringenden Schwingungen vermehrt werden. Eben diese Körper vermindern aber auch die Weite der Schwingungsbogen der über ihnen befindlichen Magnetnadeln um so mehr, je mehr Eisen sie enthalten. Coulomb's Versuche mit Nadeln von *Gold*, *Kupfer* und *Silber* stimmen in ihren

Resultaten mit denen, welche ich mit Platten von diesen Metallen erhalten habe, gleichfalls überein. Coulomb's Nadeln von *Gold* und *Kupfer* machten in *gleicher Zeit* ziemlich dieselbe Zahl von Schwingungen, aber eine geringere Zahl als die Nadeln von *Silber;* das *Silber* wurde also stärker magnetisch als jene beiden Metalle. Eben so verhielt sich das *Silber* in unsern Versuchen, wo sich sein stärkerer Magnetismus aus der Verminderung der Weite der Schwingungsbogen ergab. Abweichend von den früher (dies. Ann. Bd. 83. S. 206. und 207.) angegebenen Resultaten verhielten sich blos Coulomb's Nadeln von *Zinn* und *Blei*, in welchen das Vermögen zu einer vorübergehenden magnetischen Polarisation gröfser war als im *Kupfer* und *Silber*. Solche Verschiedenheiten in den Resultaten können jetzt um so weniger auffallen, da man aus den hier mitgetheilten Beobachtungen ersehen hat, wie leicht diese durch fremdartige Beimischung auf mehr als einem Wege entstehen können. Immer werden Versuche mit Magnetnadeln, und besonders mit Magnetstäben, welche nahe über ruhenden Metallplatten schwingen, entscheidendere Resultate über den Grad der Empfänglichkeit der Metalle für den Magnetismus geben, als Versuche mit kleinen Nadeln von diesen Metallen, welche zwischen den Polen von zwei Magnetstäben oscilliren, da dort alle Theile der Magnetstäbe, ihrer ganzen Länge nach, auf die zu untersuchenden Metalle, im letzteren Falle aber nur die Enden der Magnetstäbe auf kleine Massen derselben wirken. Die Metalle welche keines bleibenden Magnetismus fähig sind, nehmen hier nur eine höchst schwache vorübergehende magnetische Polarität an, und es haben deshalb Coulomb's Versuche selbst manchen geübten Experimentatoren nicht gelingen wollen (s. T. Young's *Course of Lectures on Natural Philosophy, Vol. II. p.* 439.).

## IV.

Versuche, welche späterhin mit Platten von einigen andern Metalllegirungen angestellt wurden, gaben folgende Resultate:

Eine $2\frac{1}{8}$ Zoll lange Magnetnadel, welche für sich und über einer in Grade getheilten Scheibe von dünnem Kartenpapier von $45 - 10^{\circ}$ Decl. 116 Schwingungen machte, vollbrachte

1) über einer 4 Linien dicken und $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haltenden Platte aus einer Legirung von 3 Th. *Kupfer* und 1 Th. *Antimon* 105 — 106 Schwingungen;

2) über einer Scheibe von *Packfong*, welche von Hrn. v. Gersdorf in Wien bereitet war, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und $3\frac{1}{2}$ Lin. Dicke hatte, 104 — 105 Schwingungen;

3) über einer Legirung von 18 Th. *Kupfer*, 2 Th. *Antimon* und 1 Th. *Zink*, deren Durchmesser $3\frac{1}{2}$ Zoll und die Dicke 4 Linien betrug, 81 Schwingungen;

4) über einer Scheibe von *Glockengut*, welche aus 5 Th. *Kupfer* und 1 Th. *Zinn* bestand, 3 Zoll im Durchmesser hatte, und $3\frac{1}{2}$ Lin. dick war, erfolgten 82 Schwingungen.

## V.

Wichtiger noch, als die Anwendung zu Boussolen, würde die Benutzung der früher (dies. Annal. Bd. 83. S. 215.) angeführten Legirung von *Kupfer* mit *Nickel* zu *Pendeln* seyn. Für die Erregung des Magnetismus durch Vertheilung unempfänglich, würde sie besonders zu den Untersuchungen über die beschleunigende Kraft der Schwere allen andern bisher angewandten Metallcompositionen, namentlich auch dem *Messing*, vorzuziehen seyn, da bei ihrer Anwendung der hier so nachtheilige und so schwierig zu ermittelnde Einflufs des Erdmagnetismus vermieden wird, und da jene *Kupfer*- und *Nickel*-Legirung

dehnbar ist, sich also auch gezogene Stäbe aus derselben verfertigen lassen, welche wegen der gleichförmigeren Dichtigkeit der Masse immer den gegossenen Stangen vorzuziehen sind. Der meiste im Handel vorkommende *Messing* enthält *Eisen*, und auch der *Zink*, dessen man sich zur Bereitung eines Messings zu solchen Apparaten bedienen möchte, enthält gewöhnlich *Eisen*. Durch einen Zusatz von einer geringen Menge *Antimonium*-Metalls könnte man zwar die Capacität des Eisens für den Magnetismus aufheben, doch schwerlich ohne Nachtheil für die Ductilität des Messings. Indessen auch *eisenfreier Messing* wird immer eine Empfänglichkeit für den Magnetismus behalten, welche, wie schwach sie auch sey, bei den genannten Untersuchungen, wenn es um die höchste Genauigkeit zu thun ist, wohl nicht unberücksichtigt bleiben darf. Zu den rostförmigen Pendeln würde die *Kupfer*- und *Nickel*-Legirung gleichfalls allen andern Metallen vorzuziehen seyn, wo sie mit *Quecksilber*-Säulen verbunden werden müfste. Vergleichende Versuche mit *zwei Pendeln*, — einem von der genannten *Kupfer*- und *Nickel*-Legirung, und einem von reinem unmagnetischen *Eisen*, — möchten in mehr als einer Beziehung zu empfehlen seyn, z. B. schon als Controlle zu den mit Inclinationsnadeln angestellten Untersuchungen über die Variationen, welche in der Intensität des Magnetismus zu gleichen Zeiten an verschiedenen Orten, und in verschiedenen Zeiten an einem und demselben Orte statt finden u. s. w.

## VI.

Eine Beobachtung, welche ich so eben gemacht habe, finde hier noch eine Stelle. Ein Blechstreifen von chemisch-reinem *Silber*, welches aus Chlorsilber mit Sorgfalt reducirt worden war, hatte sich bei Untersuchungen, welche ich im Mai 1827 anstellte, von allem übrigen *Silber* darin unterschieden, dafs es zwischen sehr starken Magnetstäben

keine feste Stellung annahm *). Eine $2\frac{1}{8}$ Zoll lange Magnetnadel, welche für sich 98—100 Schwingungen von 45—10° machte, wurde jetzt in einer Höhe von 2 Lin. über drei neben einander liegenden, doch an den Rändern einander bedeckenden Streifen dieses *Silbers*, welche zusammen eine Fläche von 3 Zoll Länge und $1\frac{2}{3}$ Zoll Breite bildeten, gestellt. Die Zahl der Schwingungen, welche die Nadel hier von 45—10° machte, betrug 94—95; sie war also um 4—6 vermindert. Dieses *Silber* wäre demnach in der früher (dies. Ann. Bd. 83. S. 206. u. 207.) angeführten Metallreihe hoch oben, und nahe unter dem *Wismuth* zu stellen. Das in jener Reihe unter dem *Kupfer* stehende *Silber* war durch Abtreiben mit Blei gewonnen worden. Man könnte fragen, ob das aus Chlorsilber reducirte *Silber* auch wirklich ganz rein und frei von Eisen gewesen sey? Durch die chemische Analyse hat kein *Eisen* darin entdeckt werden können. Enthielte es jedoch wirklich noch eine geringe Quantität *Eisen*, so würde diese Erfahrung als eine Bestätigung der in Zusatz I. aufgestellten Hypothese, dafs einige Metalle in der Verbindung mit einander gegenseitig ihr Vermögen, eine magnetische Polarisation anzunehmen, vorzugsweise verstärken, wie andere sich hierin gegenseitig schwächen, anzusehen seyn. Denn die Quantität des *Eisens*, welche in diesem *Silber* vorhanden seyn könnte, wird der Analyse zu Folge nur als höchst gering angenommen werden können, und würde sicher in der Verbindung mit manchen andern Metallen, welche auch zu denen gehören, deren Magnetismus durch Eisengehalt verstärkt wird, durch das hier angewendete Verfahren nicht zu entdecken seyn. Aus diesem Versuch geht ferner auf's deutlichste hervor, wie sehr das von Hrn. Arago entdeckte Verfahren bei Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Körper für den Magnetismus durch Vertheilung vor jedem andern den Vorzug verdient. (1828. Jan.)

*) Poggendorff's Ann. der Physik u. Chemie. 1827. St. 6. S. 210.

## III. *Ueber das Licht; von Hrn. Fresnel.*

(Schlufs).

### Färbung der Krystallblättchen.

Wenn ein Bündel polarisirten Lichtes durch ein Kalkspath-Rhomboëder geht, dessen Hauptschnitt der Polarisationsebene parallel liegt, so weifs man, dafs das ungewöhnliche Bild verschwindet. Es kommt aber wieder zum Vorschein, wenn man vor das Rhomboëder eine Krystallplatte bringt, welche doppelte Strahlenbrechung besitzt, und so gestellt ist, dafs ihr Hauptschnitt weder der ursprünglichen Polarisationsebene parallel liegt, noch senkrecht auf derselben steht. Die Intensität desselben wird sogar der des gewöhnlichen Bildes gleich, sobald der Hauptschnitt der Platte einen Winkel von 45° mit der ursprünglichen Polarisationsebene macht. In diesem Falle, wie in den übrigen, sind beide Bilder weifs, sobald die zwischengestellte Platte eine hinlängliche Dicke hat, beim Bergkrystall und Gyps z. B. wenigstens die eines halben Millimeters. Wenn sie aber dünner ist, so werden die beiden Bilder farbig. Diese Farben sind complementär zu einander und ändern ihre Natur mit der Dicke des Blättchens; sie variiren dagegen nur an Intensität, wenn man das Blättchen, senkrecht gegen die einfallenden Strahlen, in seiner eigenen Ebene dreht.

Diese glänzende Entdeckung, welche man Hrn. Arago verdankt, hat seit mehreren Jahren die Physiker Europa's sehr beschäftigt; besonders haben die HH. Biot, Young und Brewster sehr viel dazu beigetragen, die Gesetze dieser Erscheinungen kennen zu lernen. Hr. Biot hat zuerst bemerkt, dafs die Krystallblättchen, in Bezug auf ihre Dicke, ähnlichen Gesetzen folgen, wie die Farbenringe, d. h. dafs die Dicken zweier Krystallblättchen von

gleicher Natur, welche verschiedene Farben geben, sich zu einander verhalten, wie die Dicken zweier Luftschichten, welche bei den Ringen dieselben Farben reflectiren. Kurz nachdem Hr. Biot seine schönen Abhandlungen über diesen Gegenstand bekannt gemacht hatte, bemerkte Hr. Young, dafs die zum Krystallblättchen hinaustretenden gewöhnlichen und ungewöhnlichen Lichtbündel in ihrem Gange genau um eben so viel verschieden seyen, als die Strahlen, welche an der ersten und zweiten Fläche einer Luftschicht, die dieselbe Farbe giebt, reflectirt werden, und dafs diese numerische Identität für alle Neigungen der Strahlen gegen die Axe gültig bleibt. Diese sehr wichtige theoretische Bemerkung, welcher man zur Zeit als sie bekannt gemacht wurde wenig Aufmerksamkeit schenkte, giebt einen neuen Beweis von der Allgemeinheit und Fruchtbarkeit des Interferenz-Principes, da es die innigste numerische Beziehung zwischen zwei Klassen von Erscheinungen aufstellt, die sehr verschieden sind, sowohl durch das grofse Mifsverhältnifs zwischen den Dikken der Krystallblättchen und den Luftschichten, welche gleiche Farben geben, als auch durch die Verschiedenartigkeit der Umstände, welche zur Erzeugung dieser Farben nöthig sind.

Hr. Young hat sich begnügt, durch seine Berechnungen zu erweisen, dafs die Farben der Krystallblättchen von der Interferenz der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Wellen herzuleiten sind. Unter welchen Umständen aber diese Interferenz geschehen kann; weshalb es nöthig ist, dafs das Licht sowohl vor seinem Eintritt in das Krystallblättchen, als auch nach seinem Austritt aus demselben, polarisirt worden seyn mufs; wie die Intensität der Farben mit den Richtungen der Hauptschnitte des Blättchens und des Rhomboëders gegen die Ebene der ursprünglichen Polarisation sich verändert; diefs alles hat derselbe nicht untersucht. In einer Abhandlung, die ich der Academie der Wissenschaften am 7. Oct. 1816

übergab, und in einem Nachtrage, den ich derselben im Januar 1818 hinzufügte, war es mein Hauptzweck, den Einfluſs dieser verschiedenen Umstände zu erklären, und die Gesetze des Phänomens durch allgemeine Formeln darzustellen, welche für beide Bilder die Intensität der verschiedenfarbigen Strahlengattungen geben. Ich werde jetzt diese Theorie auseinandersetzen, und dabei die ihr zum Grunde liegenden Sätze beständig aus den Versuchen herleiten. Um die Erscheinungen möglichst zu vereinfachen, werde ich überdiefs annehmen, dafs das angewandte Licht homogenes sey.

Wenn man die von einem Lichtpunkte divergirend ausfahrenden Strahlen durch Reflexion an einem, auf der Rückseite geschwärzten Spiegel, polarisirt, und sie dann durch zwei Rhomboëder von gleicher Dicke gehen läfst, welche hinter einander aufgestellt sind, und zwar so, dafs ihre Hauptschnitte unter sich rechtwinklig und zugleich unter 45° gegen die Reflexionsebene geneigt sind; so können, wie bekannt, die beiden Lichtbündel, welche durch diese zusammengefügten Rhomboëder entstehen, nur dann Fransen hervorbringen, wenn man sie auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückführt, mittelst eines dritten Rhomboëders oder einer Glassäule, die man vor oder hinter der Loupe aufgestellt hat. Die vortheilhafteste Richtung für den Hauptschnitt des dritten Rhomboëders ist die, worin er einen Winkel von 45° mit den Hauptschnitten der beiden andern Rhomboëder macht, weil dann jeder der beiden Bündel, die aus diesen heraustreten, sich gleichmäfsig unter die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bilder vertheilt, welche das dritte Rhomboëder erzeugt; und diese Gleichheit der beiden Wellensysteme, welche sich in jedem Bilde interferiren, giebt den Punkten der vollständigen Discordanz die gröfstmögliche Dunkelheit. Sie sind sogar vollkommen schwarz, wenn das angewandte Licht völlig homogen war.

Wenn man, bei so eingerichtetem Apparate, irgend ei-

einen Punkt der Fransengruppe betrachtet, z. B. denjenigen, welcher die Mitte einnimmt, und an welchem die beiden Bündel eines jeden Bildes gleiche Wege zurückgelegt haben; so bemerkt man, dafs das gewöhnliche Bild hier das Maximum seiner Helligkeit besitzt, wenn der Hauptschnitt des Rhomboëders parallel ist der ursprünglichen Polarisationsebene, die ich hier zur gröfseren Bestimmtheit als horizontal liegend voraussetze, und dafs dagegen im ungewöhnlichen Bilde derselbe Punkt vollkommen schwarz ist, d. h. dafs er alles Lichtes beraubt ist. Diefs Licht kommt indefs wiederum zum Vorschein, wenn man das Rhomboëder dreht, und nimmt in dem Maafse an Intensität zu, als der Hauptschnitt sich von der horizontalen Richtung entfernt. Beträgt die Neigung desselben 45°, so ist das Licht dieses Punktes eben so stark in dem ungewöhnlichen Bilde wie in dem gewöhnlichen; wenn endlich der Hauptschnitt senkrecht steht, verschwindet es im gewöhnlichen Bilde gänzlich, und zugleich erreicht es im anderen das Maximum seiner Intensität.

Man sieht also, dafs *das gesammte, in diesem Punkt vereinigte Licht* alle Kennzeichen einer vollständigen Polarisation nach der Horizontalebene darbietet. Wenn man nun denjenigen Punkt betrachtet, welcher, in dem Gange beider Lichtbündel, einem Unterschied von einer Viertel-Undulation entspricht, so findet man, dafs er, beim Drehen des Rhomboëders, in beiden Bildern immer gleiche Intensität behält, und dafs das Licht daselbst sich so verhält, als wenn es vollkommen depolarisirt wäre. Geht man hierauf zu einem Punkte über, der in dem Gange beider Wellensysteme einem Unterschiede von einer halben Undulation entspricht; so findet man ihn im gewöhnlichen Bilde völlig schwarz, und im ungewöhnlichen Bilde auf dem Maximum der Helligkeit, sobald der Hauptschnitt des Rhomboëders horizontal liegt; steht dieser aber vertical, so wird jener Punkt im ungewöhnlichen Bilde völlig schwarz, und im gewöhnlichen Bilde erreicht er das

Maximum seiner Helligkeit. Mithin ist das *gesammte*, in diesem Punkt vereinigte Licht vertical polarisirt.

Bei fortgesetzter Untersuchung der verschiedenen Interferenz-Punkte der beiden Lichtbündel, findet man, dafs überhaupt ihre *Vereinigung* ein nach horizontaler Richtung, d. h. nach der ursprünglichen Polarisationsebene, vollständig polarisirtes Licht erzeugt *), sobald der Unterschied ihres Ganges gleich Null ist oder gleich einer geraden Zahl von halben Undulationen; dafs aber das gesammte Licht vertical, d. h. hier, nach dem Azimuth $2i$, polarisirt ist, sobald der Unterschied im Gange eine ungerade Zahl von halben Undulationen beträgt; — dafs das gesammte Licht vollkommen depolarisirt ist, sobald dieser Unterschied eine ganze und ungerade Zahl von Viertel-Undulationen ausmacht; — und endlich, dafs an allen zwischenliegenden Punkten nur eine partielle Polarisation statt findet.

*) Eine dem Anscheine nach recht vollständige Polarisation findet sich nur bei den Fransen der drei ersten Ordnungen; indefs ist es klar, dafs wenn die Mitten der dunklen und hellen Streifen der andern Ordnungen nur theilweise polarisirt zu seyn scheinen, diefs von mangelnder Homogenität des angewandten Lichtes herrührt, welches man nicht weiter vereinfachen kann, ohne es sehr zu schwächen.

Hr. Arago hat ein vortreffliches Mittel ersonnen, um die Intensität des Lichts bei den Diffractions-Versuchen beträchtlich zu vermehren, welches man auch mit Vortheil zu den uns hier beschäftigenden Versuchen gebrauchen kann. Es besteht darin, dafs man statt der sphärischen Linse, die den leuchtenden Punkt bildet, eine Linse anwendet, deren Oberfläche nur in einer Richtung gekrümmt ist, und die also in ihrem Brennpunkt, statt des Lichtpunktes, eine Lichtlinie giebt. Diese cylindrische Linse dreht man sorgfältig in eine parallele Richtung mit den Fransen, damit dieselben die möglichste Sauberkeit erhalten. Dazu gelangt man leicht durch Probiren, indem man die Fransen mit einer Loupe betrachtet, während die cylindrische Linse von einer andern Person langsam gedreht wird. Die Fransen sind alsdann unvergleichlich lebhafter als bei Anwendung einer sphärischen Linse, weil bei der cylindrischen Linse die Strahlen nur in einer Richtung divergiren und dadurch weit mehr Intensität behalten.

Um die Polarisationsart der verschiedenen Linien des Accordes oder der Discordanz bequem untersuchen zu können, mufs man sein Augenmerk besonders auf diejenigen richten, welche man beobachten will. Diefs geschieht dadurch, dafs man den Faden, welcher im Brennpunkt der Lupe des Mikrometers ausgespannt ist, auf die Linie stellt, oder besser noch, wenn man statt des Fadens einen Schirm anwendet, in welchem ein kleiner Schlitz befindlich ist, durch den man nur das Licht von diesem Theile der Franse hindurch gehen läfst.

Die horizontale oder verticale Polarisation der Punkte des völligen Accordes und Discordes findet nicht mehr statt, wenn man einen der Lichtbündel auffängt, und nur das Licht des andern durch den Schlitz gehen läfst; alsdann zeigt es sich nur polarisirt wie dieser Bündel, d. h. nach einer gegen die Horizontalebene unter 45° geneigten Richtung. Mithin entspringt die Polarisation nach der ursprünglichen Ebene oder dem Azimuthe $2i$ aus der Vereinigung der beiden Lichtbündel, und sie findet bei jedem Lichtbündel, für sich genommen, nicht mehr statt; vielmehr ist jeder einzelne immer parallel oder senkrecht gegen die Hauptschnitte der beiden Rhomboëder polarisirt, man mag nun den einen, bei Auffangung des andern, mit einer Lupe oder ohne dieselbe betrachten. Im letzteren Falle kann man beide Lichtpunkte unterscheiden, und bei jedem die Richtung der Polarisation besonders studiren, ohne genöthigt zu seyn, den andern zu verdecken.

Die Loupe nämlich, indem sie das deutliche Sehen der beiden Lichtpunkte dadurch hindert, dafs sie deren Bilder vergröfsert und die Strahlen derselben am Grunde des Auges unter einander mischt, bringt hier die Interferenzen wieder hervor, welche in ihrem Brennpunkt statt gefunden haben. Sie ist deshalb zum deutlichen Sehen der Interferenz-Phänomene alsdann nöthig, wenn die beiden Bilder des leuchtenden Punktes nicht zusammenfal-

len, oder, mit andern Worten, wenn die beiden sich interferirenden Wellensysteme einen merklichen Winkel mit einander machen. Man braucht übrigens nur einen, nach bekannter Richtung polarisirten Lichtbündel durch die Loupe zu betrachten, um sich zu überzeugen, dafs dieselbe hier keine merkliche polarisirende Wirkung ausübt; denn man sieht, dafs die Polarisation durch die Zwischenstellung der Loupe nicht geändert wird. Mithin rührt die Polarisation, welche wir in Richtung der ursprünglichen Ebene oder des Azimuthes $2i$ beobachtet haben, alleinig von der Vereinigung der beiden Lichtbündel her, die zu den kreuzweise gelegten Rhomboëdern herausgetreten sind.

Wenn man die beiden Rhomboëder dreht, ohne die senkrechte Stellung ihrer Hauptschnitte gegen einander zu stören, so bemerkt man, bei allen Lagen des Systems, dafs die Linien der Fransen, welche in dem Gange einem Unterschiede von einer geraden Anzahl halber Undulationen entsprechen, parallel der ursprünglichen Polarisationsebene polarisirt sind, dafs dagegen die, welche einem Unterschiede von einer ungeraden Anzahl halber Undulationen entsprechen, nach dem Azimuthe $2i$ polarisirt sind, und dafs endlich die übrigen nur eine partielle Polarisation besitzen.

Der Versuch mit den beiden Rhomboëdern zeigt uns den besonderen Fall, dafs Strahlen, die nach zwei rechtwinkligen Ebenen polarisirt sind, durch ihre Vereinigung ein Licht erzeugen, welches nach intermediärer Richtung vollständig polarisirt ist. Diefs unterstützt noch die Hypothese, von der wir bei Gelegenheit des Malus'schen Gesetzes gesprochen haben, nach welcher nämlich die Lichtvibrationen in transversaler Richtung, senkrecht oder parallel gegen die Ebene der Polarisation, ausgeführt werden.

Analoge Phänomene bieten dünne Krystallblättchen unter denselben Umständen dar, d. h. dann, wann die

Strahlen vor ihren Eintritt in das Krystallblättchen nach gemeinschaftlicher Ebene polarisirt worden sind, und, bei ihrem Austritt, der Unterschied im Gange beider Wellensysteme gleich ist einer ganzen Zahl von halben Undulationen. Wenn diese Zahl eine gerade ist, so findet sich das gesammte Licht, welches aus dem Blättchen tritt, nach der ursprünglichen Ebene polarisirt; ist die Zahl aber ungerade, so wird das Licht nach dem Azimuthe $2i$ polarisirt. Ist z. B. der Winkel $i$ gleich 45°, d. h. macht die Axe des Blättchens einen Winkel von 45° mit der ursprünglichen Polarisationsebene, so wird das gesammte Licht, in dem ersten Fall, nach der ursprünglichen Ebene, d. h. unter 45° gegen die Axe polarisirt seyn, und im zweiten Falle nach dem Azimuthe 90° oder senkrecht gegen die ursprüngliche Ebene. Aber daraus, dafs das gesammte Licht auf diese Weise polarisirt ist, darf man nicht schliefsen, dafs auch die Polarisation der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, aus welchen dieses Licht besteht, eine solche Richtung besitze, wie wir es durch den Versuch mit den beiden Rhomboëdern gezeigt haben. Und in der That sind die Umstände bei beiden Phänomenen ähnlich. Die einzige Verschiedenheit besteht darin, dafs die beiden Wellensysteme, welche zum Krystallblättchen heraustreten, unter sich parallel sind, während diejenigen, welche zu den Rhomboëdern herausgehen, sich unter einen merklichen Winkel kreuzen. Daraus entspringt die Nothwendigkeit einen Lichtpunkt und eine Loupe anzuwenden, um die Wirkungen ihrer Interferenzen wahrnehmen zu können. Wegen dieser Neigung zeigen aber auch die Rhomboëder an den verschiedenen Punkten der von ihnen hervorgebrachten Fransengruppe alle Unterschiede des Ganges auf einmal, und dadurch vereinigen sie gewissermafsen in einer Tafel alle einzelnen Fälle, welche die Krystallblättchen nur bei verschiedener Dicke darbieten können.

Geleitet von der Emissionstheorie, konnte Hr. Biot

nicht ahnen, dafs das Licht, welches nach einer Ebene polarisirt ist, aus Strahlen zusammengesetzt seyn könne, die nach andern Ebenen polarisirt sind, und er beurtheilte natürlich die Richtung der Polarisation bei den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, die zum Krystallblättchen heraustreten, aus der Polarisation des gesammten Lichtes. Dieſs hat ihn auf den Gedanken gebracht, dafs diese Strahlen in den Krystallblättchen nicht dieselbe Polarisationsart erleiden, wie in den Krystallen, die so dick sind, dafs sie das Licht in zwei getrennte Bündel theilen. Dieſs ist aber keine nothwendige Folge des Phänomens, weil der Versuch mit den beiden Rhomboëdern beweist, dafs dieselben Erscheinungen auch durch zwei geschiedene Lichtbündel hervorgebracht werden, von denen der eine parallel und der andere senkrecht gegen den Hauptschnitt des Krystalls polarisirt ist. Ueberdieſs würde diese Hypothese mit andern Thatsachen im Widerspruch stehen, da wir gefunden haben, dafs die gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen immer parallel und senkrecht gegen den Hauptschnitt der Krystallblättchen polarisirt sind. Was also Hr. Biot über die Polarisationsart des durch ein Krystallblättchen gehenden Lichtes gesagt hat, mufs man nicht für sich auf die gewöhnlichen oder ungewöhnlichen Strahlen übertragen, sondern nur auf die Gesammtheit dieser Strahlen. Auch ist es nöthig, den von diesem berühmten Physiker aufgestellten Satz etwas abzuändern, wenn er völlig richtig seyn soll. Denn aus der Art, wie er sich ausdrückt, würde folgen, dafs jede Gattung homogener Strahlen gänzlich nach der ursprünglichen Ebene oder nach dem Azimuthe $2i$ polarisirt sey; wogegen wir durch den Versuch mit den beiden Rhomboëdern gesehen haben, dafs es nur besondere Fälle sind, wo sich diese *vollständige* Polarisation zeigt, zu welchem Resultat auch der directe Versuch mit den Krystallblättchen führt.

Alle Erscheinungen, welche die Krystallblättchen dar-

bieten, sind aus den gewöhnlichen Regeln des Interferenz-Calculs und aus der kleinen Zahl von besonderen Gesetzen, welche wir über den gegenseitigen Einfluſs der polarisirten Strahlen aus der Erfahrung abgeleitet haben, leicht zu erklären und selbst vorherzusagen.

Die unter sich rechtwinklig polarisirten Strahlen haben keinen Einfluſs auf einander; das ist der Grund, weshalb die beiden, zum Krystallblättchen hinaustretenden Wellensysteme unmittelbar keine Wirkung dieser Art darbieten, selbst dann nicht, wenn der Unterschied in ihrem Gange klein genug ist, daſs diese Wirkungen sehr sichtbar seyn und bei weiſsem Lichte sehr lebhafte Farben geben könnten *).

Zum Auftreten dieses Einflusses ist es nicht hinreichend, daſs man die gegen einander rechtwinklig polarisirten Strahlen auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückführe; vielmehr müssen sie dazu auch ursprünglich nach derselben Ebene polarisirt gewesen seyn. Daraus entspringt die Nothwendigkeit, polarisirtes Licht anzuwenden, wenn man Farben in den Krystallblättchen entwickeln will.

Auch haben wir durch den Versuch mit den gekreuzten Rhomboëdern gesehen, daſs zwei Lichtbündel, die ursprünglich von derselben Polarisationsebene ausgegangen und darauf rechtwinklig gegen einander polarisirt worden sind, bei ihrem Durchgange durch das neue Rhomboëder, welches sie auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückführt, zwei complementäre Bilder erzeugen. Denn, wenn der mittlere Streifen im ungewöhn-

*) Man muſs sich erinnern, daſs nothwendigerweise der Unterschied in dem Gange nur eine kleine Anzahl von Undulationen betragen darf, wenn bei den verschiedenen Graden von Intensität, die durch ihn in den Wellen von verschiedener Länge bedingt wird, eine merkliche Färbung hervorgerufen werden soll; wie auch schon bemerkt ist, als wir die Färbung der von zwei Spiegeln erzeugten Fransen und die der reflectirten Ringe erklärt haben.

lichen Bilde, z. B. schwarz ist, besitzt der im gewöhnlichen Bilde das Maximum seiner Helligkeit, und derselbe Gegensatz findet sich bei allen hellen und dunklen Streifen der beiden Bilder. Die beiden Bilder, welche das polarisirte Licht nach seinem Durchgange durch ein dünnes Krystallblättchen liefert, müssen also auch complementär zu einander seyn. Und es folgt daraus nothwendig, dafs wenn das eine dem Unterschiede im Gange der beiden, zum Krystallblättchen hinaustretenden Wellensystemen entspricht, das andere demselben Unterschied, vermehrt oder vermindert um eine halbe Undulation, entsprechen mufs, weil, wenn in dem einen vollständiger Accord vorhanden ist, das andere sich in völliger Discordanz befindet.

Folgendes ist die allgemeine Regel, um zu erfahren, bei welchen der beiden Bilder man dem Unterschiede in den durchlaufenen Wegen eine halbe Undulation hinzuzufügen hat. *Das Bild, dessen Farbe dem Unterschiede in den durchlaufenen Wegen genau entspricht, ist dasjenige, bei dem die Polarisationsebenen seiner beiden Lichtbündel sich erst von einander entfernen und dann durch eine entgegengesetzte Bewegung sich wiederum nähern, um sich zu vereinigen; während die Polarisationsebenen der beiden Lichtbündel, die das complementäre Bild ausmachen, sich fortwährend von einander entfernen* (von einer einzigen Seite ihres gegenseitigen Durchschnitts her betrachtet) *bis die eine sich in die Verlängerung der andern gestellt hat.*

Diese Regel wird leichter verständlich durch Hülfe der Fig. 1. Taf. III., in welcher $PP'$ die ursprüngliche Polarisationsebene der einfallenden Strahlen bezeichnet, $OO'$ den Hauptschnitt des Krystallblättchens und $SS'$ den des Rhomboëders, durch welchen man das Blättchen betrachtet.

Man sieht, dafs das einfallende Licht, welches anfangs nach $CP$ polarisirt ist, sich beim Durchgange durch

das Krystallblättchen in zwei Theile theilt, von denen der eine die gewöhnliche Refraction erleidet und eine neue Polarisation nach $CO$ erhält, und der andere die ungewöhnliche Refraction erfährt, und nach der Ebene $CE'$, senkrecht auf $CO$, polarisirt wird. Der erste Bündel sey durch $Fo$, und der zweite durch $Fe$ bezeichnet. Bei dem Durchgange durch das Rhomboëder theilt sich $Fo$, der nach $CO$ polarisirt ist, in zwei andere Wellensysteme, von denen das eine nach dem Hauptschnitt $CS$ polarisirt ist und hier durch $Fo+o'$ bezeichnet sey, und das andere nach der senkrechten Ebene $CT$ polarisirt ist und $Fo+e'$ genannt werden mag. Eben so theilt sich der nach $CE'$ polarisirte Theil $Fe$ im Rhomboëder in zwei Wellensysteme, von denen das eine, durch $Fe+o'$ bezeichnet, nach $CS$ polarisirt ist, und das andere, $Fe+e'$ genannt, nach $CT'$ polarisirt ist.

Wenn man die Bewegung der Polarisationsebenen der beiden Lichtbündel $Fo+o'$ und $Fe+o'$, welche zur Bildung des gewöhnlichen Bildes beitragen, verfolgt (und sie dabei von einer einzigen Seite ihres gemeinschaftlichen, in $C$ projicirten Durchschnitts her betrachtet), so sieht man, dafs sie, die ursprünglich von $CP$ ausgegangen sind, sich von einander entfernt haben, um die Richtungen $CO$ und $CE'$ einzunehmen, und dafs sie sich darauf in $CS$ vereinigt haben. In diesem Falle entspricht nun das gewöhnliche Bild genau dem Unterschied der Wege, welche die, zum Krystallblättchen herausgegangenen, gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen in demselben Augenblick durchlaufen haben.

Verfolgt man eben so den Gang der Polarisationsebenen der beiden Lichtbündel $Fo+e'$ und $Fe+e'$, welche das ungewöhnliche Bild ausmachen, so sieht man, dafs sie beide von $CP$ ausgegangen sind, und, nachdem sie in dem Krystallblättchen die Richtungen $CO$ und $CE'$ angenommen haben, sie hierauf, statt sich zu nähern, noch fortfahren weiter aus einander zu gehen, bis sie sich, in

die Richtungen $CT$ und $CT'$, in ihre beiderseitige Verlängerung gestellt haben. Mithin mufs man, zufolge der so eben gegebenen Regel, dem Unterschiede zwischen den von beiden Wellensystemen durchlaufenen Wegen eine halbe Undulation hinzufügen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, bei einem von beiden das Zeichen der Oscillationsbewegungen umändern, wenn man nach der Interferenzformel das Wellensystem berechnen will, welches aus der Vereinigung dieser beiden Lichtbündel hervorgeht.

Man sieht also, dafs die Sachen gerade so geschehen, als handelte es sich um die Combination von Kräften, welche in der Ebene der Figur, d. h. senkrecht gegen die Strahlen, nach deren Polarisationsebenen oder senkrecht gegen diese Ebenen gerichtet sind. Denn die Componenten der beiden Kräfte $CO$ und $CE'$, welche sich in $CS$ vereinigen, würden dasselbe Zeichen haben, wie die beiden Lichtbündel $Fo+o'$ und $Fe+o'$, welche daselbst vereinigt sind, und die beiden andern Componenten $CT$ und $CT'$, welche im entgegengesetzten Sinne wirken, müfsten mit den entgegengesetzten Zeichen versehen werden.

Das Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte setzt voraus, dafs die beiden Bilder complementär zu einander seyn müssen; aber es giebt nicht an, welches von ihnen beiden dem Unterschiede zwischen den durchlaufenen Wegen geradezu, und welches diesem Unterschiede erst nach Hinzufügung einer halben Undulation entspricht. Deshalb habe ich die Thatsachen zu Hülfe gezogen, und aus den Versuchen des Hrn. Biot die vorhin gegebene Regel abgeleitet. Man kann sie übrigens auch aus den Versuchen mit den beiden Rhomboëdern entwickeln.

Sie erklärt, weshalb zwei Bündel directen Lichtes, welche gegen einander rechtwinklig polarisirt worden sind, keinen sichtbaren Einflufs auf einander ausüben, wenn man sie mit Hülfe einer Glassäule oder eines Kalkspath-Rhomboëders auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene

zurückführt. Nicht, dafs sie alsdann durchaus keinen Einfluſs aufeinander ausüben; denn, abgesehen von den mechanischen Betrachtungen, würde diese Voraussetzung zu sehr der Analogie widerstreiten; allein die Wirkungen, welche die verschiedenen Wellensysteme bei directem Lichte erzeugen, heben sich auf und neutralisiren sich gegenseitig. In der That kann man sich das directe Licht als eine Vereinigung, oder genauer noch, als eine schnelle Folge unzählig vieler Wellensysteme denken, die nach allen Azimuthen polarisirt sind, und zwar so, dafs immer eben so viel Licht nach einer gewissen Ebene polarisirt ist, als in der Ebene senkrecht darauf. Nun folgt aus der vorhin gegebenen Regel, dafs, wenn man z. B. zu dem Unterschiede zwischen den durchlaufenen Wegen eine halbe Undulation hinzufügen darf, um das ungewöhnliche Bild, welches von dem nach der ersten Ebene polarisirten Lichte erzeugt ist, zu berechnen, man dieselbe bei dem ungewöhnlichen Bilde, welches aus dem nach der zweiten Ebene polarisirten Lichte hervorgeht, nicht hinzufügen darf; so dafs die beiden Farben, welche sie gemeinschaftlich oder successiv in dem ungewöhnlichen Bilde besitzen, complementär zu einander sind. Die Compensation, welche dadurch eintritt, und auf gleiche Weise bei allen Azimuthen, verhindert die Interferenz-Wirkungen wahrzunehmen.

Nehmen wir den Fall wiederum vor, welcher durch die Figur 1. Taf. III. dargestellt ist, nämlich den, wo das einfallende Licht eine Polarisation nach der Ebene $PP'$ erlitten hat, bevor es durch das Krystallblättchen gegangen ist, dessen Hauptschnitt $OO$ den Winkel $i$ mit dieser Ebene macht. Suchen wir für eine besondere Gattung homogenen Lichtes, deren Undulationslänge $\lambda$ ist, welche Intensität das gewöhnliche und ungewöhnliche Bild haben werden, die man durch ein Kalkspath-Rhomboëder erhält, dessen Hauptschnitt $SS'$ einen Winkel $s$ mit der ursprünglichen Polarisationsebene $PP'$ bildet.

Ich vernachlässige bei dieser Berechnung den Lichtverlust, welcher durch theilweise Reflexion an den beiden Flächen des Krystallblättchens und des Rhomboëders veranlafst wird, weil derselbe nur einen Einflufs auf die absolute Intensität der Bilder hat, und keinen auf die relative, welche allein uns hier interessirt. Ich bezeichne durch $F$ die Intensität der Geschwindigkeiten, welche die Aethertheilchen bei ihren Oscillationen in dem einfallenden polarisirten Lichtbündel besitzen, dann wird durch $F^2$ die Lichtintensität bezeichnet, oder vielmehr die lebendige Kraft, nach dem mit diesem Ausdruck gewöhnlich verbundenen Sinn, und nach der Art, wie man bei allen optischen Erscheinungen die Lichtintensitäten berechnet, weil es die Summe der lebendigen Kräfte und nicht die der Oscillationsgeschwindigkeiten ist, welche, gleich der gesammten Lichtintensität, bei den verschiedenen Theilungen des Lichtes constant bleibt.

Dieſs vorausgesetzt, theilt sich der einfallende Lichtbündel, bei seinem Durchgange durch das Krystallblättchen, in zwei andere, von denen, nach Malus, derjenige, welcher die gewöhnliche Refraction erleidet, die Lichtintensität $= F^2 \cos^2 i$, und derjenige, welcher die ungewöhnliche Refraction erfährt, die Lichtintensität $= F^2 \sin^2 i$ haben mufs. Die Oscillationsgeschwindigkeit wird für den ersten $= F \cos i$ seyn, und für den andern $= F \sin i$. Mithin theilt sich das einfallende Licht bei seinem Durchgange durch das Krystallblättchen in zwei Wellensysteme, welche man auf folgende Weise bezeichnen kann:

| $\cos i.\ F_o$ | $\sin i.\ F_e$ |
|---|---|
| $P.\ O.$ | $P.\ E'.$ |

Die kleinen Buchstaben $o$ und $e$ unterhalb $F$ ändern nichts an dem Werthe dieser Gröfse; sie bezeichnen nur die Länge der Wege, welche zu gleicher Zeit von den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, nach ihrem Austritt aus dem Krystallblättchen, durchlaufen sind, und bestimmen also durch ihren Unterschied $o - e$, den Zwi-

schenraum, welcher die correspondirenden Punkte der beiden Wellensysteme trennt. Die grofsen Buchstaben $P.O$ und $P.E'$ zeigen den successiven Gang der Polarisationsebene eines jeden Lichtbündels, um die Anwendung der vorhin gegebenen Regel zu erleichtern.

Jedes der beiden Wellensysteme wird sich, durch die Wirkung des Kalkspaths, in zwei andere theilen, und so werden im Ganzen vier Lichtbündel entstehen, zwei aus dem ersten und zwei aus dem andern Wellensysteme, nämlich folgende:

| | |
|---|---|
| $\cos i.\ \cos(i-s)F_{o+o'}$ | $\cos i.\ \sin(i-s)F_{o+e'}$ |
| $P.\ O.\ S.$ | $P.\ O.\ T.$ |
| $\sin i.\ \sin(i-s)F_{e+o'}$ | $\sin i.\ \cos(i-s)F_{e+e'}$ |
| $P.\ E'.\ S.$ | $P.\ E'.\ T'.$ |

Der erste bildet mit dem dritten das gewöhnliche Bild, und der zweite mit dem vierten das ungewöhnliche. Berechnen wir zunächst die Intensität derselben.

Aus dem Gange der Polarisationsebenen, welcher durch die grofsen Buchstaben unter den Formeln angedeutet ist, sieht man, dafs der zweite und vierte Lichtbündel, nachdem sie auf eine gemeinschaftliche Polarisationsebene zurückgeführt sind, um eine halbe Undulation verschieden seyn müssen, unabhängig von dem Unterschiede $o-e$ zwischen den durchlaufenen Wegen. Man mufs also zu $o-e$ eine halbe Undulation hinzufügen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, das Zeichen eines der Ausdrücke, welche die Intensität oder den gemeinschaftlichen Factor der Oscillationsgeschwindigkeiten darstellen, umändern. Es handelt sich also darum, die Resultante zweier Wellensysteme zu finden, deren Gang-Unterschied $o-e$ ist, und deren Oscillationsgeschwindigkeiten respective die Intensitäten besitzen:

$$F.\cos i.\sin(i-s) \quad \text{und} \quad -F.\sin i.\cos(i-s)$$

Wendet man hier die allgemeine Formel an, welche ich in einem Auszuge aus meiner Abhandlung über

die Diffraction in den *Annales de chimie et de physique, T. XI. p.* 258. gegeben habe, nämlich:

$$A^2 = a^2 + a'^2 + 2aa' \cos 2\pi \left(\frac{c}{\lambda}\right)$$

in welchen $a$ und $a'$ die Intensitäten der Oscillationsgeschwindigkeiten der beiden Wellensysteme bezeichnen, $2\pi$ den Umfang eines Kreises, dessen Radius $=1$ ist, $c$ die Differenz der durchlaufenen Wege, und $\lambda$ die Länge der Undulation; so findet man für die Intensität des homogenen Lichtes im ungewöhnlichen Bilde:

$$F^2\Big[\cos^2 i.\sin^2(i-s) + \sin^2 i.\cos^2(i-s) - 2\sin i.\cos i.\sin(i-s)\cos(i-s)\sin 2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)\Big]$$

oder:

$$F^2\Big[(-\cos i.\sin(i-s) + \sin i.\cos(i-s))^2 + 2\sin i.\cos i.\sin(i-s)\cos(i-s)\Big(1-\cos 2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)\Big)\Big]$$

oder endlich:

$$F^2\Big[\sin^2 s + \sin 2i.\sin 2(i-s)\sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)\Big]$$

Macht man eine ähnliche Rechnung über die beiden Lichtbündel, aus welchen das gewöhnliche Bild besteht, und erwägt man dabei, dafs die beiden Ausdrücke $F.\cos i.\cos(i-s)$ und $F.\sin i.\sin(i-s)$, wegen des Ganges der Polarisationsebenen, gleiches Zeichen haben müssen; so findet man für die Intensität des Lichts im gewöhnlichen Bilde:

$$F^2\Big[\cos^2 i - \sin 2i.\sin 2(i-s)\sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)\Big]$$

Diefs sind die allgemeineu Formeln, welche die Intensität jeder homogenen Lichtart in den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bildern geben, und zwar in Function der Undulationslänge und des Unterschiedes $o-e$ zwischen den Wegen, welche die durch das Krystallblättchen gegangenen Strahlen zurückgelegt haben. Kennt man die Dicke des Blättchens und die Geschwindigkeit des ge-

wöhnlichen und ungewöhnlichen Strahles in demselben; so wird es leicht seyn, $o-e$ zu bestimmen. Im Gyps, im Bergkrystall und in den meisten mit doppelter Strahlenbrechung begabten Krystallen, erleidet $o-e$ durch die Verschiedenheit der Natur der Strahlen nur sehr geringe Veränderungen; so dafs man sie als eine constante Gröfse betrachten kann, wenigstens bei den Krystallen, welche wir hier betrachten, bei denen nämlich die *Dispersion der doppelten Strahlenbrechung* sehr gering ist in Bezug auf die doppelte Strahlenbrechung.

Wenn man, nachdem man den Gang-Unterschied $o-e$ berechnet hat, denselben nach einander durch die mittlere Undulationslänge einer jeden der sieben Hauptgattungen von farbigen Strahlen dividirt, und diese verschiedenen Quotienten folgeweise in den obigen Formeln substituirt; so erhält man die Intensität einer jeden farbigen Strahlengattung in den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bildern, und man kann alsdann die Farbe dieser Bilder mit Hülfe der empirischen Formel bestimmen, welche Newton zur Auffindung der Farbe gegeben hat, die aus irgend einem Gemische verschiedener Strahlen von relativ bekannten Intensitäten hervorgeht. Dieſs ist zum wenigsten alles, was man bis jetzt aus der Theorie ableiten kann, und hinsichtlich des übrigen, hat man die empirische Construction von Newton zu Hülfe zu nehmen, die, wenigstens für die sieben Hauptabtheilungen der Farben, ziemlich wohl mit der Erfahrung übereinstimmt.

Nehmen wir die obigen Formeln wieder auf, und lassen den gemeinschaftlichen Factor $F^2$ fort, welche man als Einheit der Lichtintensität annehmen kann.

Gewöhnliches Bild:

$$\cos^2 s - \sin 2i.\sin 2(i-s)\cos^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$$

Ungewöhnliches Bild:

$$\sin^2 s + \sin 2i.\sin 2(i-s)\sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$$

Bei Betrachtung dieser Formeln sieht man, dafs die beiden Bilder weifs werden müssen, wenn das Glied, welches $sin^2\,\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ enthält, verschwindet, weil es das einzige ist, welches mit der Undulationslänge variirt, oder welches die Intensität für die verschiedenen farbigen Strahlen verschieden macht. Mithin werden die Bilder weifs, wenn man hat:

$$sin2i.sin2(i-s)=o$$

eine Gleichung, welcher man Genüge leistet, wenn man

$$sin2i \text{ oder } sin2(i-s)$$

gleich Null setzt; dieſs giebt für $i$ die vier Werthe:

$$i=0 \quad i=90 \quad i=180 \quad i=360°$$

und für $s$:

$$s=i,\ s=90°-i,\ s=180°-i,\ s=360°-i$$

Damit die Bilder weifs werden, ist es also hinreichend, dafs eine dieser acht Bedingungen erfüllt sey; d. h. dafs der Hauptschnitt des Krystallblättchens parallel oder senkrecht sey gegen die Ebene der ursprünglichen Polarisation oder gegen den Hauptschnitt des Rhomboëders. Dieſs hätte man auch leicht aus der Theorie ohne Hülfe der Formel ableiten können; denn, wenn der Hauptschnitt des Blättchens parallel oder senkrecht gegen die ursprüngliche Polarisationsebene liegt, erleidet das einfallende Licht nur eine Art von Strahlenbrechung in dem Krystall; und, wenn dieser Hauptschnitt parallel oder senkrecht ist gegen den des Rhomboëders, so sind in jedem Bilde nur Strahlen enthalten, welche die nämliche Refraction in dem Krystallblättchen erlitten haben. Mithin enthält, im einen wie im andern Fall, ein jedes Bild nur ein einziges Wellensystem, folglich keine Farben mehr, da keine Interferenzen mehr vorhanden sind.

Dagegen sind beide Bilder auf das allerlebhafteste gefärbt, wenn der Coëfficient des veränderlichen Gliedes gleich Eins ist. Dieſs geschieht, wenn $s=0$ und $i=45°$; alsdann werden die beiden Ausdrücke:

Ge-

Gewöhnliches Bild . . $1-sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ oder $cos^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$

Ungewöhnliches Bild . . . . . $sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$

Es ist zu bemerken, dafs der zweite Ausdruck demjenigen ähnlich ist, welcher bei den Farbenringen die Resultante zweier Wellensysteme giebt, die unter senkrechter Incidenz an der ersten und zweiten Fläche der Luftschicht reflectirt werden, wenn deren Dicke gleich $\frac{1}{2}(o-e)$ ist, mithin der Unterschied in den durchlaufenen Wegen gleich $(o-e)$ wird. In der That, bezeichnet man durch $\frac{1}{2}$ die Intensität der Oscillationsgeschwindigkeit eines jeden Wellensystemes, und erwägt man, dafs ihre Oscillationsgeschwindigkeiten mit entgegengesetzten Zeichen genommen werden müssen, weil das eine innerhalb des dichteren Mittels und das andere aufserhalb desselben reflectirt wird, was, wie wir schon früher bei Erklärung der Farbenringe bemerkt haben, den Gegensatz des Zeichens mit sich führt —; so findet man, aus der schon angewandten Formel, für die Intensität des resultirenden Lichtes:

$\frac{1}{4}+\frac{1}{4}-2.\frac{1}{2}.\frac{1}{2}cos\,2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ oder $\frac{1}{2}-\frac{1}{2}cos\,2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$

oder endlich:

$$sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$$

Mithin müssen die Farben des ungewöhnlichen Bildes, welches durch die Krystallblättchen erzeugt wird, denen der reflectirten Ringe ähnlich seyn, wie es auch die Beobachtungen des Hrn. Biot erwiesen haben *),

*) Die Formeln, welche Hr. Biot auf diese Aehnlichkeit gegründet hat, stellen die von einem einzigen Blättchen hervorgebrachten Farben mit grofser Treue dar. Statt unmittelbar die Intensitäten der verschiedenen farbigen Strahlengattungen zu geben, wie wir sie berechnet haben, verweisen sie auf Newton's Tafel über die Farben der reflectirten Ringe, und geben zugleich an, wie viel weifses Licht man, wegen relativer Lage der

wenigstens so lange, als der, vom Krystall hervorgebrachte, Gang-Unterschied $o-e$ sich nicht merklich mit der Natur der Strahlen ändert. Denn bei den Farbenringen beträgt dieser Gang-Unterschied das Doppelte der Dicke der Luftschicht, und ist also in aller Strenge für alle Strahlengattungen gleich.

Die obigen Ausdrücke

$$cos^2 \pi \left(\frac{o-e}{\lambda}\right) \text{ und } sin^2 \pi \left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$$

welche respective die Intensitäten der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bilder eines homogenen Lichtes, dessen Undulationslänge $\lambda$ ist, geben, wenn die Axe des Krystallblättchens einen Winkel von 45° mit der ursprünglichen Polarisationsebene macht und der Hauptschnitt des Rhomboëders parallel dieser Ebene ist, zeigen, dafs die *Gesammtheit* der beiden zum Krystallblättchen hinaustretenden Wellensysteme nach der ursprünglichen Polarisationsebene polarisirt seyn mufs, sobald $o-e$ gleich Null ist oder gleich einer ganzen Zahl von Undulationen, weil alsdann $sin^2 \pi \left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ gleich Null wird, und das ungewöhnliche Bild verschwindet. Wenn dagegen $o-e$ gleich ist einer ungeraden Zahl von halben Undulationen, so wird $cos^2 \pi \left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ gleich Null, und dann verschwindet also das gewöhnliche Bild; woraus man schliefsen mufs, dafs das *gesammte* Licht nach einer gegen den Hauptschnitt senkrechten Ebene, die hier genau im Azimuth $2i$ liegt, polarisirt seyn mufs. Aber für alle intermediären Werthe von $\lambda$, kann die *Gesammtheit* der beiden Wellensysteme nur eine partielle Polarisation darbieten; und es mufs selbst vollkommen depolarisirt erscheinen, sobald $o-e$ gleich ist einer ungeraden Zahl von Viertel-Undulationen,

ursprünglichen Polarisationsebene, des Hauptschnitts der Krystalllamelle und des Kalkspath-Rhomboëders, diesen Farben hinzuzufügen hat.

weil alsdann $cos^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ und $sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)$ beide gleich $\frac{1}{2}$ werden, beide Bilder also gleiche Intensität erhalten, und zwar immer, in welches Azimuth man auch den Hauptschnitt des Rhomboëders drehen mag. Man kann sich davon durch die, vorhin gegebenen, allgemeinen Formeln überzeugen, wenn man darin setzt:

$$i=45^\circ \text{ und } sin^2\pi\left(\frac{o-e}{\lambda}\right)=\frac{1}{2}$$

denn alsdann wird:

das ungewöhnliche Bild . . . . $sin^2 s+\frac{1}{2}cos 2s=\frac{1}{2}$

und das gewöhnliche Bild . . . $cos^2 s-\frac{1}{2}cos 2s=\frac{1}{2}$

Eben so ist es leicht aus den allgemeinen Formeln zu ersehen, dafs, welchen Werth auch $i$ haben mag, das ungewöhnliche Bild für $s=o$ verschwindet, wann $o-e$ gleich Null oder gleich einer geraden Zahl von halben Undulationen ist; und, dafs dieselbe Gröfse für $s=2i$ Null wird, sobald $o-e$ einer ungeraden Zahl von halben Undulationen gleich ist, dafs also das gesammte Licht, im ersten Fall, nach der ursprünglichen Ebene polarisirt ist, und, im zweiten, nach dem Azimuth $2i$; während bei allen intermediären Werthen von $o-e$ keins der Bilder vollständig verschwindet, wie man auch den Hauptschnitt des Rhomboëders drehe. Alle diese Folgerungen aus der Theorie werden durch die Erfahrung bestätigt.

Wenn man das polarisirte Licht durch mehrere Krystallblättchen gehen läfst, deren Hauptschnitte sich auf beliebige Weise kreuzen, so werden die Erscheinungen zwar weit verwickelter, können aber dennoch leicht nach derselben Theorie berechnet werden. Das einfallende Licht theilt sich zunächst in dem ersten Blättchen in zwei Wellensysteme, deren Oscillations-Intensitäten man durch das Malus'sche Gesetz bestimmt, so wie deren relative Lagen durch ihren Gang-Unterschied, wie wir es bei einem einzigen Blättchen bereits gethan haben. Hierauf theilt sich, in dem zweiten Blättchen, jedes dieser Wel-

lensysteme in zwei andere; jedes dieser vier Wellensysteme theilt sich, in dem dritten Blättchen, abermals in zwei neue, und so fort. Es ist einzusehen, dafs, wenn man die Azimuthe der Hauptschnitte der verschiedenen über einander gelegten Krystallblättchen und des, die beiden Bilder liefernden Rhomboëders kennt, die relativen Intensitäten aller Wellensysteme, die in jedes Bild eingehen, bestimmbar seyn werden, und dafs es gleichfalls leicht ist, die Unterschiede in ihrem Gange zu bestimmen, wenn man die verschiedenen Refractionsarten, welche sie erlitten haben, berücksichtigt, wenn die Dicken der Blättchen bekannt sind, so wie die Geschwindigkeit der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen, welche durch diese hindurchgehen. Man hat also, für jedes Bild, die relativen Intensitäten und Lagen aller Wellensysteme, aus welchen dasselbe zusammengesetzt ist, und man findet ihre Resultante durch die allgemeine Methode, welche in meiner Abhandlung über die Diffraction, p. 256., angegeben ist. In diesem Calcul ist alles durch die Fundamentalsätze, welche wir aus Thatsachen abgeleitet haben, im Voraus bestimmt, und man braucht, selbst bei den verwickeltsten Fällen, nichts aus der Erfahrung zu entnehmen. Hiedurch vor allem steht diese Theorie höher, als die der beweglichen Polarisation, welche sehr verwickelt wird, wenn man wissen will, wie die *Oscillationen der Axen der Lichttheilchen* sich bei dem Durchgange von einem Blättchen zu einem andern, dessen Hauptschnitt einen beliebigen Winkel mit dem des ersten macht, erneuen. Auch hat Hr. Biot, durch seine Hypothese, die sämmtlichen Coëfficienten seiner Formeln für zwei auf einander gelegten Blättchen nur für sehr besondere Fälle bestimmen können. Es giebt sogar einen Fall, wo die Thatsachen durch seine Formeln nicht mit Genauigkeit dargestellt werden, wie ich mich durch die meinigen versichert habe; diefs ist der, wo zwei Blättchen von gleicher Natur und gleicher Dicke sich mit ihren Axen unter

45° kreuzen. Die Verhandlungen über diesen besonderen Fall und die allgemeinen Formeln für die Farben, welche zwei Blättchen geben, findet man in der zweiten Note, die Hrn. Arago's Berichte über meine Abhandlung, in den *Annales de chimie et de physique, T. XVII. p.* 267., hinzugefügt ist.

In derselben Notiz habe ich gezeigt, wie man die Haupteigenschaften des polarisirten Lichts, das Gesetz von Malus und die besonderen Kennzeichen der doppelten Strahlenbrechung auf die einfachste Art erklären kann, in der Voraussetzung, dafs in den Lichtwellen die Oscillationen der Aethertheilchen senkrecht gegen die Strahlen und gegen das, was wir Polarisationsebene genannt haben, ausgeführt werden. Bei Annahme dieser Hypothese würde es natürlich seyn, dafs man diesen Namen derjenigen Ebene gäbe, nach welcher die Oscillationen geschehen; allein ich habe an dem Sinn der einmal eingeführten Ausdrücke nichts ändern wollen. Diese Hypothese, welche besonders durch die Gesetze, die ich mit Hrn. Arago bei der Interferenz von polarisirten Strahlen bemerkt habe, entstanden ist, zeigt, wie diese Gesetze nothwendig aus der Natur der Lichtwellen hervorgehen; so dafs die Formeln, welche ich so eben für die Krystallblättchen gegeben habe, so wie die, welche die Erscheinungen der Diffraction, der Reflexion, der Refraction und der Farbenringe darstellen, gegenwärtig auf einer einzigen Voraussetzung beruhen. Denn sie stimmt eben so gut, wie die vorhin angenommene, mit dem Calcule überein, welcher uns zur Erklärung der Interferenz-Erscheinungen gedient hat, weil es, wie wir schon zu Anfange bemerkt haben, bei diesem Calcule gleichgültig ist, ob die Oscillationsbewegungen parallel den Strahlen oder senkrecht gegen dieselben ausgeführt werden, vorausgesetzt nur, dafs sie gleiche Richtungen in den sich interferirenden Wellen besitzen. Zufolge dieser neuen Hypothese besteht das gewöhnliche Licht aus der Verei-

nigung oder vielmehr aus der raschen Folge unzählig vieler Wellen, die nach allen möglichen Richtungen polarisirt sind; und der Act der Polarisation besteht nicht darin, dafs er transversale Bewegungen hervorruft, da sie schon im gewöhnlichen Lichte vorhanden sind, sondern darin, dafs er dieselben nach zwei unveränderlich rechtwinkligen Ebenen zerlegt, und die nach diesen beiden Richtungen polarisirten Strahlen von einander trennt, sowohl durch die Richtung ihrer Strahlen, als auch zugleich durch einen Unterschied in ihrer Geschwindigkeit.

Die Erfahrung und das Interferenz-Princip haben uns gelehrt, dafs wenn ein polarisirter Lichtbündel in zwei Wellensysteme von gleicher Intensität zerfallen ist, die nach rechtwinkligen Richtungen polarisirt sind und durch den Zwischenraum von einer Viertel-Undulation getrennt sind, derselbe, bei Wiedervereinigung dieser beiden Wellensysteme, Anzeigen einer vollständigen Depolarisation darbietet, d. h. dafs das gesammte Licht, bei Zerlegung durch ein Kalkspath-Rhomboëder, immer Bilder von gleicher Intensität liefert, nach welcher Richtung man auch den Hauptschnitt des Rhomboëders drehe. Das so modificirte Licht ist hierin dem directen Lichte ähnlich: aber es weicht von ihm durch sehr sonderbare optische Eigenschaften ab, welche ich zum Hauptgegenstand einer der Academie der Wissenschaften am 24. Nov. 1817 überlieferten Abhandlung gemacht habe.

### Modification, welche die Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt.

Ich habe gefunden, dafs die doppelte vollständige Reflexion im Innern eines Glases, unter einer Neigung von ungefähr 50°, gezählt von der Normale der Fläche, diese Art von Modification dem einfallenden Lichte einprägt, wenn dasselbe zuvor nach dem Azimuthe von 45° in Bezug auf die Reflexionsebene, polarisirt worden, d. h. dafs alsdann das reflectirte Licht aus zwei gleich

Wellensystemen besteht, die unter sich rechtwinklig polarisirt sind und um eine Viertel-Undulation von einander abweichen.

Dieses reflectirte Licht, welches, wenn man es mit einem Kalkspath-Rhomboëder untersucht, keine Spur von Polarisation mehr zeigt, besitzt dennoch wie das polarisirte Licht die Eigenschaft, dafs es in dünnen Krystallblättchen sehr lebhafte Farben hervorruft; aber diese Farben sind von einer andern Natur. Es weicht noch darin von dem polarisirten Lichte ab, dafs es im Terpentinöl und in den Bergkrystallplatten, die senkrecht gegen die Axe geschnitten sind, keine merklichen Farben entwickelt. Wenn man es abermals zwei vollständige Reflexionen, unter gleicher Incidenz und nach derselben Ebene oder nach einer auf ihr rechtwinkligen Richtung, erleiden läfst, so nimmt es alle Kennzeichen und alle Eigenschaften des gewöhnlichen polarisirten Lichtes wieder an. Nach zwei ähnlichen Reflexionen in gleichen Richtungen ist es abermals vollkommen depolarisirt und hat zugleich die übrigen Eigenschaften wieder erlangt, welche es durch die beiden ersten Reflexionen erhalten hatte, und so fort.

Ich werde mich nicht in ein weitläuftiges Detail über diese sonderbare Modification des Lichtes einlassen, welche, wie die Polarisation selbst, sich allen Strahlengattungen einprägen läfst, und unter diesem Gesichtspunkte eben so allgemeine Eigenschaften, wie diese, darbietet. Ich begnüge mich zu sagen, dafs ich durch die Natur der Farben, welche das so modificirte Licht in Krystallblättchen entwickelt, eingesehn habe, dafs es aus zwei Wellensystemen besteht, die unter sich rechtwinklig polarisirt sind und um eine Viertel-Undulation von einander abweichen. Von dieser Thatsache ausgehend, ist es mir leicht gelungen, die mannigfaltigen Erscheinungen mit Hülfe derselben Grundsätze zu erklären und zu berechnen, welche wir zur Berechnung der durch das gewöhnliche polarisirte Licht erzeugten Farben gebraucht haben.

nigung oder vielmehr aus der raschen Folge unzählig vieler Wellen, die nach allen möglichen Richtungen polarisirt sind; und der Act der Polarisation besteht nicht darin, dafs er transversale Bewegungen hervorruft, da sie schon im gewöhnlichen Lichte vorhanden sind, sondern darin, dafs er dieselben nach zwei unveränderlich rechtwinkligen Ebenen zerlegt, und die nach diesen beiden Richtungen polarisirten Strahlen von einander trennt, sowohl durch die Richtung ihrer Strahlen, als auch nur durch einen Unterschied in ihrer Geschwindigkeit.

Die Erfahrung und das Interferenz-Princip haben uns gelehrt, dafs wenn ein polarisirter Lichtbündel in zwei Wellensysteme von gleicher Intensität zerfallen ist, die nach rechtwinkligen Richtungen polarisirt und durch den Zwischenraum von einer Viertel-Undulation getrennt sind, derselbe, bei Wiedervereinigung dieser beiden Wellensysteme, Anzeigen einer vollständigen Depolarisation darbietet, d. h. dafs das gesammte Licht, bei Zerlegung durch ein Kalkspath-Rhomboëder, immer Bilder von gleicher Intensität liefert, nach welcher Richtung man auch den Hauptschnitt des Rhomboëders drehe. Das so modificirte Licht ist hierin dem directen Lichte ähnlich; aber es weicht von ihm durch sehr sonderbare optische Eigenschaften ab, welche ich zum Hauptgegenstand einer der Academie der Wissenschaften am 24. Nov. 1817 überlieferten Abhandlung gemacht habe.

### Modification, welche die Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt.

Ich habe gefunden, dafs die doppelte vollständige Reflexion im Innern eines Glases, unter einer Neigung von ungefähr 50°, gezählt von der Normale der Fläche, diese Art von Modification dem einfallenden Lichte einprägt, wenn dasselbe zuvor nach dem Azimuthe von 45°, in Bezug auf die Reflexionsebene, polarisirt worden ist, d. h. dafs alsdann das reflectirte Licht aus zwei gleichen

Wellensystemen besteht, die unter sich rechtwinklig polarisirt sind und um eine Viertel-Undulation von einander abweichen.

Dieses reflectirte Licht, welches, wenn man es mit einem Kalkspath-Rhomboëder untersucht, keine Spur von Polarisation mehr zeigt, besitzt dennoch wie das polarisirte Licht die Eigenschaft, dafs es in dünnen Krystallblättchen sehr lebhafte Farben hervorruft; aber diese Farben sind von einer andern Natur. Es weicht noch darin von dem polarisirten Lichte ab, dafs es im Terpentinöl und in den Bergkrystallplatten, die senkrecht gegen die Axe geschnitten sind, keine merklichen Farben entwickelt. Wenn man es abermals zwei vollständige Reflexionen, unter gleicher Incidenz und nach derselben Ebene oder nach einer auf ihr rechtwinkligen Richtung, erleiden läfst, so nimmt es alle Kennzeichen und alle Eigenschaften des gewöhnlichen polarisirten Lichtes wieder an. Nach zwei ähnlichen Reflexionen in gleichen Richtungen ist es abermals vollkommen depolarisirt und hat zugleich die übrigen Eigenschaften wieder erlangt, welche es durch die beiden ersten Reflexionen erhalten hatte, und so fort.

Ich werde mich nicht in ein weitläuftiges Detail über diese sonderbare Modification des Lichtes einlassen, welche, wie die Polarisation selbst, sich allen Strahlengattungen einprägen läfst, und unter diesem Gesichtspunkte eben so allgemeine Eigenschaften, wie diese, darbietet. Ich begnüge mich zu sagen, dafs ich durch die Natur der Farben, welche das so modificirte Licht in Krystallblättchen entwickelt, eingesehn habe, dafs es aus zwei Wellensystemen besteht, die unter sich rechtwinklig polarisirt sind und um eine Viertel-Undulation von einander abweichen. Von dieser Thatsache ausgehend, ist es mir leicht gelungen, die mannigfaltigen Erscheinungen mit Hülfe derselben Grundsätze zu erklären und zu berechnen, welche wir zur Berechnung der durch das gewöhnliche polarisirte Licht erzeugten Farben gebraucht haben.

Ehe ich diese Modificationen, welche die vollständige Reflexion dem polarisirten Lichte einprägt, entdeckte, hatte ich diejenigen studirt, welche die partielle Reflexion an der äufsern Oberfläche durchsichtiger Körper hervorbringt, und dabei gefunden, dafs das Licht dann niemals depolarisirt wird, selbst nicht partiell, welche Neigung die Strahlen und das Azimuth der Einfallsebene gegen die ursprüngliche Polarisationsebene auch haben mögen, sondern dafs nur eine blofse Ablenkung der Polarisationsebene daraus hervorgeht. Durch die neue Hypothese, welche ich über die Constitution der Lichtwellen angenommen habe, bin ich auf das Gesetz dieser Ablenkungen geführt, welches ich bis dahin vergebens durch empirische Formeln darzustellen gesucht hatte. Diese nämlich stimmten mit den Thatsachen wohl in den drei Hauptfällen: des Parallelismus der Strahlen mit der Fläche, der senkrechten Incidenz, und der vollständigen Polarisation; aber für intermediäre Incidenzen stellten sie dieselben nicht mehr getreu dar. Die Formel, auf welche ich zuletzt durch theoretische Betrachtungen geführt worden bin, und welche sich in den *Annales de chimie et de physique*, *T. XVII. p.* 312., in einem Zusatze zu der schon erwähnten Notiz befindet, scheint, so weit sich aus ihrer Uebereinstimmung mit den Beobachtungen schliefsen läfst, das Gesetz der Erscheinung auszudrücken. Ich habe sie aus den allgemeinen Formeln für die Intensität des reflectirten Lichtes abgeleitet, welche von mir durch diese Betrachtungen entdeckt und gleichfalls in jener Notiz gegeben worden sind.

Indem ich hier diesen Auszug aus meinen Abhandlungen beschliefse, übergehe ich die theoretischen und experimentalen Untersuchungen, welche ich über die von Hrn. Biot bei gewissen homogenen Flüssigkeiten, wie beim Terpentinöl, Citronenöl u. s. w., entdeckten Polarisationserscheinungen angestellt habe. Ich habe geglaubt, mich auf eine Auseinandersetzung der allgemeinen Eigen-

schaften des Lichtes oder derjenigen, wenn ich mich so ausdrücken darf, elementaren Thatsachen beschränken zu müssen, welche am häufigsten vorkommen, und von denen die andern gewissermafsen nur mehr oder weniger verwickelte Combinationen sind. Ich habe gezeigt, wie die Undulationstheorie sie erklärt, und welche Mittel sie giebt, die Gesetze derselben durch analytische Ausdrücke darzustellen. Zur Berechnung der so mannigfaltigen Erscheinungen der Diffraction, der Farbenringe, die von Luft, Wasser oder jedem andern brechenden Mittel in dünnen Schichten hervorgebracht werden, der Refraction, bei welcher das Verhältnifs des Sinus der Incidenz zu dem der gebrochenen Strahlen genau das der Undulationslängen in beiden Mitteln ist, der Farben und besondern Polarisationsarten, welche die Krystallblättchen zeigen, — zur Berechnung aller dieser Erscheinungen reicht es hin, die verschiedenen Undulationslängen des Lichts in diesen Mitteln zu kennen; sie sind die einzigen Gröfsen, welche man aus der Erfahrung zu entlehnen braucht, und sie machen die Grundlage aller Formeln aus. Erwägt man, welche innige und vielfältige Beziehungen die Undulationstheorie zwischen den verschiedenartigsten Erscheinungen aufstellt; so mufs ihre Einfachheit und Fruchtbarkeit in gleichem Grade auffallen und die Ueberzeugung gewähren, dafs selbst dann, wenn sie auch dem Emissionssysteme nicht darin voraus wäre, dafs sie mehrere nach diesem durchaus unbegreifliche Thatsachen erklärte, sie schon deshalb den Vorzug verdient, weil sie Mittel giebt, alle optischen Erscheinungen mit einander zu verknüpfen und durch allgemeine Formeln zu umfassen.

Ohne Zweifel bleiben noch viele dunkle Punkte aufzuhellen, vor allem in Bezug auf die Absorption des Lichts, wie z. B. die Reflexion an Metallflächen und an schwarzen Körpern, der Durchgang des Lichts durch unvollkommen durchsichtige Körper und die eignen Farben der Körper. Wahrscheinlich wird in diesen Fällen ein Theil

des Lichts zerstört und in Wärme-Oscillationen umgewandelt, welche für unsere Augen nicht mehr sichtbar sind, weil sie, wegen der erlittenen Umänderungen, nicht mehr in dieselben einzudringen oder den Sehnerven in Einklang mit ihnen schwingen zu machen vermögen. Aber die totale Quantität der lebendigen Kraft mufs dieselbe bleiben, wenigstens dann, wenn die Action des Lichts nicht eine so mächtige chemische oder calorifische Wirkung hervorgebracht hat, dafs sie den Gleichgewichtszustand der Körpertheilchen und mit ihm die Intensität der denselben bedingenden Kräfte umändert. Man begreift nämlich leicht, dafs wenn diese Kräfte plötzlich abnähmen, dadurch die Oscillationen der Theilchen des erhitzten Körpers schleunig an Energie verlieren, und folglich, um mich des üblichen Ausdrucks zu bedienen, eine Absorption von Wärme erfolgen würde. Vielleicht ist diefs der Vorgang beim Schmelzen eines starren, oder beim Verdampfen eines flüssigen Körpers.

Besteht das Licht, wie es die Diffractionserscheinungen beweisen, nur aus einer gewissen Schwingungsart eines überall verbreiteten Fluidums, so darf man nicht mehr annehmen, dafs seine chemische Einwirkung auf die Körper auf einer Verbindung seiner Theilchen mit den Theilchen dieser beruhe, sondern, dafs sie aus einer mechanischen Action bestehe, welche die Vibrationen jenes Fluidums auf die ponderablen Theilchen ausüben, wodurch die letzteren, je nach der Art oder Energie der Schwingungen, zu neuen Anordnungen und neuen festeren Gleichgewichts-Systemen gezwungen werden *). Man sieht hieraus, wie sehr die Hypothese, welche man über die Natur des Lichts und der Wärme annimmt, die Vorstellungsweisen über die chemischen Actionen verändern kann, und wie wichtig es daher ist, zu wissen, welche Theorie die wahre sey, um so endlich die Principien der Molecular-Mechanik zu entdecken, deren Kenntnifs ein grofses Licht

*) Man sehe die Nachschrift.

auf die gesammte Chemie werfen wird. Wenn etwas zu dieser grofsen Entdeckung beiträgt und die Geheimnisse der innern Constitution der Körper entschleiert, so ist es das tiefere Studium der Erscheinungen des Lichts.

## Nachschrift.

### Chemische Wirkung des Lichts.

Hr. Arago hat durch einen sehr interessanten Versuch die Ansicht des Hrn. Fresnel hinsichtlich der chemischen Wirkung des Lichts bestätigt, und dadurch direct bewiesen, dafs diese Wirkung nicht einer Vereinigung der Theilchen des Lichts mit denen der Körper zugeschrieben werden darf.

Als Hr. Arago die Fransen, welche durch Interferenz zweier an zwei gegen einander schwach geneigten Spiegeln reflectirten Lichtbündel entstanden waren, auf frisch bereitetes Chlorsilber fallen liefs, fand er, dafs sie schwarze Linien auf demselben hervorbrachten, welche durch Zwischenräume von gleicher Gröfse und weifser Farbe getrennt waren. Diefs beweist, dafs, wie die optische Beschaffenheit, so auch die chemische Wirkung der Lichtstrahlen durch die Interferenz derselben abgeändert wird, und dafs sie, je nach dem Unterschied in den durchlaufenen Wegen, an Intensität variirt. Ist dieser Unterschied einer ganzen Zahl von Undulationen gleich, so stehen die beiden Wellensysteme in völligem Accord, und ihre Schwingungen haben die gröfstmögliche Stärke; folglich mufs auch ihre chemische Wirkung das *Maximum* erreichen. In den Punkten dagegen, wo der Unterschied zwischen den durchlaufenen Wegen eine ungerade Zahl von halben Undulationen beträgt, ist die Discordanz vollständig, und es mufs also hier die chemische Wirkung Null seyn, wie die Lichtempfindung, welche dieselben Punkte im Auge bewirken. Diefs ist auch durch den Versuch bestätigt. Nur mufs man erwägen, dafs die

äufseren violetten Strahlen die meiste chemische Wirkung haben, also, bei weifsem Lichte, die schwarzen Linien auf dem Chlorsilber nicht den hellsten Streifen entsprechen können, welche fast mit den Punkten des völligen Accords der gelben Strahlen zusammenfallen.

Dieser Versuch liefert auch ein einfaches und sehr genaues Mittel, die mittlere Länge derjenigen Lichtundulationen zu bestimmen, welche die meiste chemische Wirkung ausüben; denn dazu reicht es hin die Zwischenräume zwischen den schwarzen Linien auf dem Chlorsilber zu messen, und daraus, mittelst der von uns gegebenen Formel, die Länge der Undulationen, wodurch sie erzeugt sind, herzuleiten.

Schon vor langer Zeit hat Hr. Young, indem er das durch die Farbenringe modificirte Licht auf Chlorsilber fallen liefs, gezeigt, dafs es in seiner chemischen Wirkung dieselbe Abänderung erleidet. Allein der Versuch des Hrn. Arago hat vor dem seinigen den Vorzug, direct zu zeigen, dafs die ungleiche Wirkung des Lichts an den verschiedenen Punkten des Raumes, in welchem die beiden Bündel sich vereinigen, von deren gegenseitigen Einwirkung herrührt, weil, wenn man einen der Lichtbündel fortnimmt, das Chlorsilber eine gleichförmige Farbe annimmt, in demselben Raume, wo sich vorhin, als beide Lichtbündel gleichzeitig dahin gelangten, abwechselnd schwarze und helle Streifen bildeten. Bei dem, mittelst der Farbenringe angestellten Versuch des Hrn. Young ist es unmöglich, die beiden Wellensysteme zu trennen.

Man kann auch durch den Versuch des Hrn. Arago erweisen, dafs an den Punkten, wo der Unterschied in den durchlaufenen Wegen einer ungeraden Zahl von halben Undulationen beträgt, die chemische Wirkung des Lichtes unmerklich ist, sobald die beiden reflectirten Lichtstrahlen gemeinschaftlich dahin gelangen, während sie wieder zum Vorschein kommt, wenn man einen der Lichtbündel auffängt.

Man sieht, dafs durch diese Thatsache, *unabhängig von jeder Theorie*, die von mehreren Gelehrten angenommene Hypothese, als wären die chemischen Wirkungen des Lichts eine Folge seiner Verbindung mit den Körpern, umgestofsen wird; denn, wenn diese Hypothese gegründet wäre, müfste die Wirkung um so stärker seyn, je beträchtlicher die Menge der Lichttheilchen wäre, und man würde niemals die chemische Wirkung des Lichts dadurch erhöhen können, dafs man einen Theil der auffallenden Strahlen fortnimmt.

Der Versuch des Hrn. Arago schliefst noch eine merkwürdige Thatsache ein, die sich nicht in dem des Hrn. Young befindet, bei welchem die sich interferirenden Lichtstrahlen parallel sind und nach ihrer Vereinigung nicht wieder aus einander gehen. Da nämlich die beiden an den Spiegeln reflectirten Lichtbündel einen merklichen Winkel mit einander bilden, so geschieht es, dafs die Strahlen, welche an einem gewissen Punkt, durch ihre völlige Discordanz, die leuchtenden und chemischen Eigenschaften verlieren, dieselben Eigenschaften ein wenig weiter hin wieder erlangen. Diefs beweist, wie Hr. Arago bemerkt, dafs sie nicht gegenseitig zerstört, sondern nur momentan neutralisirt sind, da wo die entgegengesetzten Bewegungen ihre Schwingungen aufgehoben haben *). Den Vorgang bei den Interferenzen wird man leicht aus der Fig. 2. Taf. X. Bd. 81. dieser Annalen ersehen.

Der Versuch des Herrn. Arago erfordert mehrere Vorsichtsmafsregeln, wenn man ihn mit Erfolg wiederholen will. Zunächst müssen die reflectirten Sonnenstrahlen in dem dunklen Zimmer mittelst eines guten Heliostaten in einer constanten Richtung erhalten werden, damit die Fransen, welche auf die mit dem Chlorsilber überzogene Fläche fallen, wenigstens innerhalb zehn Minuten

*) Hr. Arago hat diesen Versuch auch als Beweis gebraucht, dafs die Interferenzen des Lichts nicht im Auge geschehen, sondern objectiver Natur sind. *P.*

nicht merklich verschoben werden. Und damit die sehr kleinen Verschiebungen, welche sie dennoch in diesem Zeitraum erleiden könnten, der Sauberkeit der schwarzen Linien nicht schädlich werden, ist es gut, wenn man den Fransen die gröfstmögliche Breite giebt, was dadurch geschieht, dafs man die Flächen beider Spiegel fast in eine Ebene stellt. Statt, in dem Fensterladen der dunklen Kammer eine sphärische Linse anzubringen, wodurch man einen leuchtenden Punkt von zu schwachem Lichte erhalten würde, mufs man eine cylindrische Linse anwenden, welche ein vortreffliches Mittel abgiebt, die Stärke des Lichtes beträchtlich zu vermehren. Da man aber hiedurch keinen Lichtpunkt, sondern eine Lichtlinie erhält, so ist es unumgänglich nöthig, dafs man die Linse in eine mit den Fransen genau parallele Richtung drehe, wie wir auch schon bei Beschreibung dieses sinnreichen, von Hrn. Arago erfundenen, Verfahrens bemerkt haben. Uebrigens sieht man leicht an der Deutlichkeit der Fransen, wann diese Bedingung erfüllt ist. Die cylindrische Linse, welche zu dem obigen Versuche angewandt wurde, hatte eine Brennweite von einem Centimeter, und die beiden Spiegel waren kaum um 60 Centimeter von ihr entfernt; einen fast gleichen Abstand besafs die mit dem Chlorsilber überzogene Fläche von den Spiegeln. Diese grofse Nähe der verschiedenen Theile des Apparates war erforderlich, um den Strahlen eine hinlängliche Intensität zu erhalten. Zu bemerken ist, dafs wegen merklicher Breite der Lichtlinie, die eine Linse von einem Centimeter Brennweite giebt, die etwas zarten Fransen sehr verworren werden, und dafs es deshalb vor allem wichtig ist, den Fransen die gröfstmögliche Breite zu geben. Mit einer Linse von kürzerer Brennweite würde man zwar eine zartere Lichtlinie erhalten; allein auch die Intensität des Lichts würde in demselben Verhältnisse geschwächt seyn, und um diese Schwächung zu compensiren, müfste man Spiegel und das Chlorsilber näher an die Linse brin-

gen, wodurch die Fransen, falls sie nicht eine hinlängliche Breite hätten, gleichfalls verworren würden. Dieſs ist die am schwersten zu erfüllende Bedingung; mit ein wenig Geschicklichkeit und vieler Geduld gelangt man aber immer zum Zweck.

---

## IV. *Ueber den mittleren Barometerstand am Meere unter den Tropen;* von *Alexander von Humboldt.*

(Aus dessen *Voyage aux régions équinoxiales etc. T. XI. p.* 1. der Octav-Ausgabe.)

Unter den numerischen Elementen, welche in der physikalischen Geographie seit langer Zeit einer genauen Bestimmung bedürfen, ist der mittlere Barometerstand am Spiegel des Meeres, in den verschiedenen Zonen, eins der wichtigsten. Diese Bestimmung umfaſst zwei durchaus verschiedene Fragen, nämlich: 1) wie groſs ist der absolute Mittelstand des Barometers an den Küsten von Europa und dem mittleren Amerika, und 2) ist dieser Stand in der gemäſsigten und heiſsen Zone derselbe oder nicht?

Keine dieser Fragen ist bis jetzt vollkommen beantwortet. Die Bestimmung des absoluten Barometerstandes setzt genaue Berechnungen über die Wirkung der Capillarität voraus, d. h. über die Depression des Quecksilbers in den Röhren der Gefäſsbarometer. Hr. Arago hat sich mit dieser sehr delicaten Gattung von Untersuchungen beschäftigt, indem er Barometer nach Fortin'scher Construction mit Heberbarometern verglich. Er wird die Resultate dieser Arbeit nächstens bekannt machen, welche um so mehr Interesse besitzt, da sie mit der Frage, ob das mittlere Gewicht der Atmosphäre in einer langen

Reihe von Jahrhunderten unveränderlich sey, in Zusammenhang steht.

Ich beschäftige mich indefs hier nur mit dem mittleren Barometerstande unter dem Parallelkreis von 49° und den Aequatorialregionen. Diese Untersuchung hat seit der Zeit, dafs ich Europa verliefs, meine Aufmerksamkeit besonders erregt. Ich habe zwei meiner Barometer sorgfältig mit dem verglichen, an welchem Hr. Bouvard die meteorologischen Variationen auf dem Observatorio zu Paris beobachtet. Ich glaube zu Cumana, an der Küste des Meeres, den mittleren Barometerstand zu $337^{lin},8$ oder $762^{mm},02$ bei 25° C. gefunden zu haben, was bei 0° C. einen Stand von $758^{mm},59$ geben würde*). Da man zu dieser Zeit (1799) den mittleren Barometerstand am Spiegel des Meeres, in Europa **), nach Shuck-

*) Hr. Caldas, der den Wissenschaften, durch die Reactionen einer blutdürstigen Politik, in einem Alter entrissen wurde, wo er ihnen durch seinen Eifer noch hätte nützlich seyn können, glaubt, dafs der Unterschied zwischen dem mittleren Barometerstande nach meinen Beobachtungen und denen von Shuckburgh von der geringen Uebereinstimmung herrührt, welche man zwischen den ausgekochten und den nicht ausgekochten Barometern antrifft (*Semanario, T. I. p.* 52.). Dieser Umstand hat indefs auf meine Beobachtungen zu Cumana und Guayra keinen Einfluss haben können. Ich hatte nämlich zwei Gefäfsbarometer aus Europa nach Caracas mit geführt, in deren Röhren das Quecksilber mit der gröfsten Sorgfalt von sehr geschickten Künstlern ausgekocht worden war.

**) Hr. Oriani findet, für Mailand, den mittleren Barometerstand am adriatischen Meere zu $338^{lin},23$ bei 13°,5 C., was $761^{mm},73$ bei 0° C. giebt. Nach Ferrer beträgt der mittlere Barometerstand zu Havannah, bei 25°,7 C., $338^{lin},55$ oder $763^{mm},71$, also, bei 0° C., $760^{mm},18$. Dieſs Resultat ist identisch mit dem des Hrn. Boussingault; aber wir wissen nicht, wie hoch das Barometer des Hrn. Ferrer über dem Meere hing, und welche Mittel zu Mailand und Havannah angewandt worden sind, um die Capillarität der Röhren zu erfahren. Man sehe *Dei combustibili, Memoria del Conti Bevelacque-Lancisc. p.* 107. *Schu-*

Shukburgh zu 761$^{mm}$,18 (bei 0° C.) annahm, so mufste ich nothwendig aus diesem Vergleiche schliefsen, *dafs der mittlere Barometerstand, am Spiegel des Meeres, in der heifsen Zone ein wenig kleiner sey als in der gemäfsigten* *). In Ungewifsheit hinsichtlich der Capillarität des angewandten Barometers, berechnete ich in meinem *Tableau des régions équinoxiales* diesen Unterschied zu zwei Millimeter, und schrieb ihn der aufsteigenden Bewegung der tropischen Atmosphäre zu, welche die stark erhitzten Luftschichten nach den Polarregionen abführte. Da ich, vor meiner Einschiffung nach Cumana, mit meinen Instrumenten eine lange Landreise von Paris, über Marseille, Murviedro und Madrid, nach Corunna gemacht hatte, so legte ich wenig Vertrauen auf meine Bestimmung. Glücklicherweise kann ich sie gegenwärtig durch eine andere weit genauere ersetzen.

Die Hrn. Boussingault und Rivero haben, gemeinschaftlich mit Hrn. Arago, vor ihrer Einschiffung

*macher Astronom. Nachrichten. Beil. Th. II.* N. 65. *Hertha No.* 3. *p.* 246. Ueber die ziemlich constante Depression, welche das Barometer in der Nähe des *Cap Horn*, im Meere von *Sachalin* und an der Westküste Norwegens, wo heftige Westwinde wehen, erleidet, sehe man: *Krusenstern, Recueil de Mém. hydrographiq. T. I. p.* 29. Leopold von Buch, in Gilbert's Annalen der Physik, T. XXV. p. 230., auch daselbst p. 4. über die *barometrische Windrose.*

*) Man sehe meinen *Essai sur la Géogr. des plantes, p.* 90. Richer, Bonguer, La Condamine, Ulloa und Don Jorge Juan glaubten, in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, dafs das Barometer am Spiegel des Aequinoxialmeeres auf 27″ 11‴,5; 28″ 1‴ oder 28″ 0‴ stehe. Die Instrumente, deren sich diese Reisenden bedienten, waren ohne Zweifel sehr unvollständig von Luft befreit, denn da sie keine Correction wegen der Temperatur anwandten, so hätten sie die Barometerstände weit gröfser finden müssen. Dafs man neuerlich den mittleren Stand des Barometers am Spiegel des Meeres in Europa ein wenig zu grofs angegeben hat, rührt ohne Zweifel von der Ungewifsheit her, in der man noch hinsichtlich der Capillaritätswirkungen ist.

nach Guayra, zwei vortreffliche Fortin'sche Barometer mit dem im Observatorio zu Paris verglichen. Diese beiden Barometer haben unter sich denselben Unterschied beibehalten, welchen sie in Europa besafsen. Nun hat Hr. Boussingault gefunden, dafs, am Niveau des Oceans, zu Guayra, das Mittel aus dem 12 Tage lang beobachteten *Maximis* und *Minimis*, bei 0° C., 760$^{mm}$,17 beträgt. Hr. Arago berechnet aus 9jährigen Beobachtungen zu Paris den mittleren Barometerstand daselbst, nach Reduction auf 0° C. und auf das Niveau des Meeres *), zu 760$^{mm}$85. Der Unterschied der beiden Mittelstände, welche gewissermafsen mit demselben Instrumente angestellt sind, steigt also auf 0$^{mm}$,68.

Man darf nicht vergessen, dafs selbst in der heifsen Zone zufällige Störungen einen Einflufs auf den mittleren Barometerstand ausüben. Ich habe sorgfältig die wahrscheinlichen Gränzen dieser Veränderungen berechnet, und es geht daraus, nach der Analogie von gut beobachteten Thatsachen hervor, dafs selbst zu Guayra, der aus den *Maximis* um 9$^h$ und *Minimis* um 3$^h$ $\frac{1}{2}$ abgeleitete Mittelstand des Barometers, in den verschiedenen Jahreszeiten um einen Millimeter gröfser oder kleiner gefunden werden kann. Um die uns hier beschäftigende Frage ganz aufser Zweifel zu stellen, müfste man das 9jährige Mittel von *Paris* mit dem einjährigen Mittel an den Küsten von *Venezuela* vergleichen. Aber bis jetzt besitzen wir nur für einen einzigen Ort in der heifsen Zone, zwischen 0° und 15° NB., stündliche Beobachtungen von einem ganzen Jahre; und dieser einzige Ort ist das Plateau von Bogota, welches sich um mehr als 2600 Met. über das Niveau des Aequinoxialmeeres erhebt.

*) Der mittlere Barometerstand im Observatorio zu Paris ist 755$^{mm}$,43. Der Unterschied zwischen dem Observatorio und dem Hafen in Havre, beträgt nach einjährigen correspondirenden Beobachtungen an verglichenen Instrumenten: 5$^{mm}$,42.

## V. *Einige Bemerkungen über Quellen-Temperatur; von Leopold von Buch.*

(Gelesen in der Academie der Wissenschaften d. 3. März 1825. — Aus den so eben erschienenen Denkschrift. d. K. Acad. in Berlin für 1825.)

Es ist eine schöne Anordnung in der Oeconomie der Natur, deren Entdeckung wir Hrn. Wahlenberg verdanken, dafs die Wärme des Bodens die mittlere Temperatur der Luft um so mehr übertrifft, je weiter man gegen Norden heraufgeht. Denn dadurch werden polarischen Gegenden eine Menge Gewächse erhalten, welche sonst untergehen müfsten, ja es wird das Leben selbst in Gegenden gebracht, welche sonst ganz todt und dürr und von allem Lebendigen geflohen seyn würden. Wer kann sich Anbau und Cultur denken, in einem Boden, dessen Temperatur 1 oder 2 Grade unter dem Gefrierpunkte steht? Nicht höher ist aber die Temperatur der Luft in Gegenden, in welchen Städte liegen, und Kornbau mit Regsamkeit und Vortheil getrieben wird. Es ist die Temperatur eines grofsen Theiles von Sibirien, von Finnland im oberen Theile, und von mehreren bewohnten Thälern in Schweden.

Die Wahlenbergischen Beobachtungen, aus denen ein so merkwürdiges Resultat hervorgeht, sind von mir in Gilbert's Annalen bekannt gemacht, in eine Tabelle gebracht und mit der Luft-Temperatur verglichen worden. Aus diesen hebe ich folgende vier Angaben aus, welche die Natur der Erscheinung vollkommen darstellen werden.

| | | Quellen-Temp. | Luft-Temp. | Differens. | |
|---|---|---|---|---|---|
| In Carlscrona . . . . . | 56½ Grad | 6,8 R. | 6,3 R. | 0,5 | |
| - Upsala . . . . . | 60 - | 5,2 - | 4,45 - | 0,75 | |
| - Umeà . . . . . | 64 - | 2,3 - | 0,6 - | 1,7 | |
| - Giworten fiäll . . . | 66 - | 0,96 - | —3 - - | 3,96 | (Enontekis). |
| (1600 Fufs über dem Meere.) | | | | | |

Wahlenberg sucht die Ursache dieser Erscheinung in der beschützenden Schneedecke, durch welche, vermöge ihrer geringen wärmeleitenden Kraft, die Winterkälte abgehalten werde, in den Boden zu dringen, und auch andere haben diese Meinung vorgetragen. Sie beruht auf der falschen Voraussetzung, dafs die Luftwärme in den Boden, durch Mittheilung in der Masse selbst, welche diesen bildet, eindringe. Wie langsam eine solche Vertheilung geschehe, wie sie, um 30 Fufs zu durchlaufen, schon sechs Monate Zeit brauche, haben Saussure's Beobachtungen gelehrt, und die, welche später in Genf während zehn Jahren in einem Brunnen angestellt worden sind, welche stets das Minimum zeigten, wenn oben die gröfste Wärme herrschte, das Maximum zur Zeit der gröfsten Kälte. Schwerlich würde die Schneedecke zureichen, um bei ihrer langen Dauer während so vieler Monate das Ausstrahlen der Wärme des Bodens zu verhindern. Da überdiefs der Einflufs zweier ungleich erwärmter Körper auf einander immer gegenseitig ist, so folgt, dafs im Laufe der Jahre auch die beste wärmehaltende Decke nicht verhindern könne, dafs der Boden die mittlere Temperatur der Luft nicht annehme.

Es würde auch um so weniger begreiflich seyn, wie nördlichere Gegenden mehr für solches Ausstrahlen beschützt werden, als südliche, da die Menge des fallenden Schnees sich mit der Zunahme der Breite bedeutend vermindert, daher die Schneedecke weniger hoch ist. Man sieht mit einiger Befremdung, dafs auch der berühmte Leslie an diese Mittheilung der Temperatur durch den Boden glaubt, eben weil es eine nothwendige und mathematisch zu beweisende Folge der Gesetze der Wärme ist. Er bemüht sich deshalb vergebens, Beobachtungen, welche Ferguson mit Thermometern in verschiedenen Tiefen des Bodens angestellt hat, auf ein gemeinschaftliches, von der Wärme der Atmosphäre abhängiges Vertheilungsgesetz zu bringen.

Es scheint daher nothwendig, zu wiederholen, wie dieses Gesetz von einem schneller wirkenden modificirt und gänzlich versteckt wird, wie nämlich diese Vertheilung fast nur allein von dem Eindringen der *atmosphärischen Wässer* abhängen könne, durch welche die Temperatur so schnell durch den Boden und in die Tiefe verbreitet wird, dafs die unmittelbare Einwirkung durch Mittheilung sehr bald und in weniger Tiefe überwogen und völlig unkenntlich gemacht werden mufs. Deswegen aber wirkt die grofse Winterkälte des Nordens so wenig auf den Boden, und mit so gröfserer Differenz, je niedriger die Temperatur ist, weil im Winter keine Wässer fliefsen, und Temperaturen unter dem Gefrierpunkte durch diefs schnell wirkende Medium überhaupt gar nicht verbreitet werden können. Ich bin daher völlig überzeugt, dafs alle Nachrichten, welche behaupten, dafs der Boden in vielen Fufs Tiefe sich, selbst im Sommer, noch gefroren gefunden habe, in Gegenden, welche noch im Stande sind, strauchartige Gewächse zu ernähren, für ganz unzuverlässig angesehen werden müssen, und Gmelin's Nachrichten, dafs man in Brunnen in Jakutsk noch in 100 Fufs Tiefe den Boden gefroren fand, sollte nicht mehr in physischen Lehrbüchern, wie es doch so oft geschehen ist, wiederholt werden. Was Cosacken ausgesagt haben, die, als Gmelin diese Nachricht aus Acten in Jakutsk zog, lange schon todt waren, und denen es sehr leicht zu beschwerlich seyn konnte, eine harte Brunnenarbeit fortzusetzen, sollte nicht gebraucht werden, eine so auffallende und so wenig glaubliche physikalische Thatsache zu bestätigen. In der Hudsonsbay, deren Mittel-Temperatur tief unter dem Gefrierpunkte steht, laufen Quellen, den ganzen Winter hindurch, unter einer Decke von Schnee und Eis. (*Capt. James.* 1631.)

Da, wo die Winterkälte nicht so grofs ist, dafs die Temperatur während einiger Zeit unter dem Gefrierpunkte bleibt und den Kreislauf der Wässer verhindert, ist die

Temperatur der beständigen Quellen auch fast gänzlich mit der Temperatur der Atmosphäre übereinstimmend. Eine starke Quelle bei Edinburgh, in welcher sich das Thermometer fortwährend auf derselben Höhe erhält, zeigt 6,96 Grad R., die Mittel-Temperatur dieser Stadt aber ist, nach Playfair's sechs Jahre fortgesetzten Beobachtungen, 7,04 Grad R., welches gar kein Unterschied ist (*Thom. Annal. Feb.* 1818). So findet man es im ganzen atlantischen Theil von Europa. Damit ist dann auch die Temperatur tiefer Brunnen übereinstimmend, solcher nämlich, welche wirklich gebraucht werden, und in welchen dadurch ein Kreislauf der Wässer erhalten wird; nicht aber solcher, welche in Ruhe stehen, in denen daher die kalte Luft der Atmosphäre sich herabsenkt und die Wände in der Tiefe mehr erkältet, als das Gesetz der Mittheilung erlaubt haben würde. Im mittleren Europa darf man also wohl die Angabe beständiger Quellen für einen leicht zu findenden Ausdruck der mittleren atmosphärischen Temperatur halten.

Durch Humboldt erfahren wir aber, und durch ihn zuerst, dafs diefs keinesweges der Fall in wärmeren Ländern sey; dafs die Angabe der Quellen, daher auch die Wärme des Bodens fast überall einige Grade tiefer sey, als die Temperatur der Atmosphäre darüber. Er hat diese Thatsache in der hiesigen Academie in einer Abhandlung vorgetragen, von der nur ein Auszug in Gilbert's Annalen gedruckt ist (B. 24. p. 46.). In den Gebirgen von Cumana und Caracas, sagt er, habe er viele Quellen stets kälter gefunden, als man nach ihrer Höhe hätte vermuthen sollen; so z. B. eine Quelle in 680 Toisen Höhe von 13,2 R., eine andere in 505 Toisen Höhe von 13,5 R., eine dritte in 392 Toisen Höhe von 16,8 R. Alle waren also wenigstens drei Grade kälter, als sie es nach der mittleren Temperatur der Gegend seyn sollten, wo sie ausbrachen. Eine Quelle bei Cumanacoa von 18 Grad Temperatur und in 179 Toisen Höhe hätte

0 Grad angeben müssen, wäre sie mit der Luft-Tem-
eratur übereinstimmend gewesen. Auch geben Bestim-
ungen von John Hunter von Quellen in Jamaica ein
hnliches Resultat (*Phil. Transact.* 1788. *p.* 59. *sqq.*).
*Goldspring* ist 3892 P. Fufs hoch und 13,22 Grad R.
arm; man hätte 16 Grad R. erwarten sollen. Ganz in
er Tiefe am Meere scheint doch dieser Unterschied weni-
er bedeutend. Humboldt findet aus vielen Zusammen-
ellungen und Beobachtungen, dafs die mittlere Wärme
er Aequatorialgegenden 21,5 R. sey, und sagt dann fer-
er, dafs er die Wärme des Bodens bei Cumana zwi-
chen 20 und 21 Grad wechselnd gefunden habe. Cu-
ana selbst giebt er zu 22,4 R. an. Hunter sah die
emperatur in 100 Fufs tiefen Brunnen, bei *Kingston*,
ur um $\frac{1}{2}$ Grad höher oder niedriger als 21,33 Grad R.,
nd eine starke Quelle in der Nähe bei *Rock fort* zeigte
0,9 Grad R. Ferrer fand die Wärme im Wasser eines
00 Fufs tiefen Brunnens bei der *Havana* 18,84 R., die
ittlere Luft-Temperatur 20,56 R. Diefs Alles würde
en Unterschied zwischen der Wärme der Luft und des
odens der Tropenländer am Meere auf höchstens 1 Gr. R.
ststellen.

So ungefähr fand es auch Prof. Smith auf den *Cap
erdischen* Inseln. Ein Brunnen, 18 Fufs tief, nahe bei
t. Yago, aus dem alle Einwohner ihr Trinkwasser hol-
n, zeigte 19,55 R., eine schöne Quelle aber 1000 Fufs
öher, sogar 20 R. Schwerlich kann die Luft-Tempe-
atur der Insel sich noch höher erheben.

Aber im Innern von *Congo* fand Smith wieder ein
esultat, dem Humboldt'schen ähnlich. Auf der Höhe
on 1360 P. Fufs zeigten starke Quellen nicht mehr als
3,22 R. Wärme; die mittlere Luft-Temperatur würde
0,5 R. verlangt haben.

In *Nepaul* bei *Khatmandu*, 28 Grad N. Br. 4140 P.
ufs über dem Meere, fand Buchanan die Temperatur
er Quellen 14,23 Grad R., die Temperatur der Luft

14,13 Grad. R. Tropische Regen fallen im Sommer, und auch im Winter regnet es viel. Daher ist diese Uebereinstimmung der Temperatur der Luft und des Bodens begreiflich. Am Fuſs des Gebirges bei *Bichakor* zeigte eine Quelle 18,64 Gr. R. Temperatur; das Mittel der atmosphärischen Wärme würde hier wohl nahe an 20 Gr. R. erreicht haben. (Hamilton *Account of Nepaul. Vol. II.*).

Dieſs sind alle Beobachtungen, welche bis jetzt über Temperatur des Bodens tropischer Länder bekannt geworden sind. Weder von *Sierra Leona*, noch aus *Ost-Indien*, auſser denen in *Nepaul*, oder von den *Molucken* sind ähnliche Beobachtungen jemals erschienen.

Ueber die Ursachen dieser Erkältung ist bisher nichts gesagt worden; es sey denn eine Aeuſserung von Humboldt, daſs es ein Rest der kälteren Temperatur höherer Berge seyn könne, welcher durch die Quellen herabgebracht würde; ein Grund, der nicht gänzlich befriedigt, da solche Berge gewöhnlich zu entfernt sind, als daſs man von ihnen noch untere Quellen herleiten könnte.

Die Erscheinung fängt schon an im südlichen Europa beobachtet zu werden, und wahrscheinlich würde man in Portugal, in Spanien und in Italien viele Quellen finden, welche in ihrer beständigen Wärme von der Luft-Temperatur noch weit mehr abweichen würden, als die Quellen tropischer Länder. Eine herrliche Quelle bei St. *Cesareo*, unfern *Palestrina* bei Rom, fand ich am 29. August von $9\frac{1}{2}$ Grad R. Temperatur, bei 22 Grad Wärme der Luft, da doch die mittlere Temperatur 12,6 Grad R. verlangt haben würde.

So viel ich auf den canarischen Inseln Quellen habe erreichen können, welche zu solchen Beobachtungen sich eigneten, habe ich mich bemüht, ihre Temperatur mit einiger Genauigkeit zu erforschen, und ungeachtet diese Beobachtungen nicht in solcher Menge vorliegen, daſs man Gesetze daraus ableiten könnte, so glaube ich, sind sie doch nicht ganz ohne Belehrung. Herr Erman hat

die Güte gehabt, das vorzüglich von mir gebrauchte Thermometer mit denen zu vergleichen, welche ihm zu seinen Beobachtungen in den hiesigen Gegenden gedient haben, und welche wiederum mit dem Thermometer correspondiren, mit welchem Wahlenberg bis 71 Grad herauf Beobachtungen angestellt und die Temperatur des hiesigen so beständigen Louisenbrunnens bestimmt hat. Das von mir gebrauchte Thermometer von W. Jones in London stand nach diesen Vergleichungen $\frac{2}{3}$ Fahrenheitische Grade höher, als Wahlenberg's Beobachtungen es verlangten; ich habe hiernach den Canarischen Bestimmungen diese $\frac{2}{3}$ Grade abgenommen, und dadurch kann man sie mit allen Erman'schen und Wahlenbergschen Angaben als völlig vergleichbar ansehen.

*Quellen am Meeresufer oder wenig davon entfernt.*

Teneriffa.

6. Mai 1815. Quelle von ungemeiner Stärke und Schönheit unter einem Lavenstrom hervor, am *Cap Martianez*, unter *la Paz*, unweit *Puerto Orotava* . . . . . 14,2° R.
So ist sie fortwährend geblieben, ohne je ihre Temperatur merkbar zu ändern.
Die mittlere Temperatur der Luft ist, nach Don Francisco Escolar zu *St. Cruz* 17,3° R.

8. Mai. Quelle von *El Rey*, zwischen *Ria lejo* und *Puerto*, welche nach *Puerto Orotava* geführt ist . . . . . 14,3° R.

7. Juni und 6. September . . . . . 14,8° R.

1. Juni. Treffliche Quellen, ganze Bäche, wie Wasserfälle aus den Felsen unter der Mühle von *Gordaxuelo* bei *Ria lejo* . . . . . 13,3° R.
am 6. September aber . . . . . 14,1° R.

## Palma.

9. September. Wasser in einem Brunnen, 20 Fufs tief, am Strande bei der Stadt *St. Cruz*, und nicht weit von einigen schönen und grofsen Cocospalmen . . . . . 15,77° R.

## Lancerote.

18. October. Aus *Rapilli*, in einem Thale zwischen Ausbruchskegeln, welche den Ort bedecken, wo sonst das Dorf *Tigayfe* lag, kommt stets Wasser aus dem Grunde eines 5 Fufs tiefen Brunnens, trocknet nie aus, und wird von den Umherwohnenden in Menge geholt. Es ist ein sehr gutes Wasser. Temperatur . . . . . 14,11° R.

Das gäbe im Mittel eine Wärme des Bodens von 14,4 Grad R., daher fast volle 3 Grad weniger, als die Mittel-Temperatur der Luft.

Mehrere dieser Quellen kommen aus kleinen Abstürzen, welche sanfte und sehr bebaute Abhänge beenden, wie die schöne Quelle von *la Paz;* man mufs also wohl glauben, dafs sie die Wärme des Innern dieses Abhanges anzeigen.

So höchst sonderbar und auffallend auch diese Erkältung seyn mag, wenn man sie im heifsen Sommer untersucht, so wird man sich doch sehr bald überzeugen, dafs sie aus keiner anderen Ursache entsteht, als aus der, welche im Norden den Boden erwärmt. Vom südlichen Europa an bis zu den Wendekreisen giebt es nur eine Regenzeit, vom November bis zum April. Vom Mai an regnet es nicht mehr. Die Sommerwärme wird also eben so wenig von den Wässern in das Innere verbreitet werden können, als die Winterkälte in gefrornen Ländern. Es kann nur die Temperatur eindringen, welche während seines Falles vorfindet, und mit dieser

werden die Quellen wieder hervorbrechen. Die Wärme der Quellen bei *Orotava* ist daher wahrscheinlich die mittlere der Monate Februar und März.

Bei *St. Cruz* würde diese Temperatur wohl etwas höher steigen, aber es finden sich dort keine Quellen in geringer Höhe über dem Meere, von welchen wir darüber belehrt werden könnten. Das Wasser in einem Brunnen, 20 Fuſs tief, im *Baranco de los Santos*, unweit *St. Cruz*, zeigte 16,4 Grad R., Luft 20,6 Grad R. Es war der Ueberrest des Wassers, welches im Winter im *Baranco* geflossen war.

### *Quellen auf Höhen bis* 3000 *Fuſs.*

#### Teneriffa.

Juni und August. *Fuente del Drago* unter *Laguna*, eine mächtige Quelle unter dichtem Gebüsch aus Basaltschichten hervor, 1200 Fuſs über dem Meere . . . . . 14,2° R.

14. Mai. *Fuente de los Negros*, nicht sehr starke Quelle, ostwärts über *Laguna*, unter einem groſsen Rubusbusch aus Basaltritzen 14,3° R.

Die Stadt *Laguna* liegt 1640 Fuſs hoch auf einer Ebene; *Fuente del Drago* liegt unmittelbar darunter, und wird noch von den Einwohnern zu häuslichem Gebrauche benutzt. Ihre unveränderliche Temperatur kann daher wohl als bezeichnend für die innere Wärme des Bodens von *Laguna* angesehen werden, und somit würde diese innere Wärme vom Meere bis zur Höhe dieser Fläche sich noch gar nicht verändert haben. Die mittlere Temperatur der Luft in *Laguna* steht doch mehr als 2 Gr. R. unter der von *St. Cruz*.

Gar schnell vermindert sich aber nun die Wärme der Quellen, fast ohne zwischenliegende Grade, und was ganz merkwürdig ist, ziemlich gleichförmig im ganzen Umkreis der Insel. Ich werde die Quellen anführen, wie sie

von *Laguna* aus gegen *Orotava* hin in einer Art von Nivellements-Linie die Insel umgeben.

21. August. *Agua de las mercedes*, 2200 Fuſs hoch, im Walde *del Obispo* über *Laguna*, unter einem prachtvollen Gewölbe von riesenmäſsigen Lorbeeren, und zwischen Büschen von *Mocanera* und *Viburnum* . . . 11,2° R.

19. Mai. Quellen, unfern der Kirche des Eremiten bei *Esperanza*, unter Bäumen von *Ilex Perado* und *Laurus foetens*, 2100 Fuſs hoch . . . . . 12,2° R.

August. *Fuente Guillen*, zwischen *Esperanza* und *Matanza*, 2556 Fuſs hoch . . . . . 12,1° R.

16. Juni und 29. August. *Agua Garcia*, im Walde über *Tacaronte*, auf dem Wege nach *Matanza*, unter hohen *Erica*bäumen und von prächtigen Büschen von Farnkräutern umgeben, 2465 Fuſs hoch . . . . . 11,2° R.

August. *Fuente la Vica*, über *Matanza*, 2600 Fuſs . . . . . 11° R.

September. *Fuente de Vero* und *Fuente de los Villanos*, zwei Quellen wie Bäche, unmittelbar aus dem Felsen, in den Bergen zwischen *Esperanza* und *Baranco Hondo*; beide genau von gleicher Temp. 2800 Fuſs 10,6° R.

Mai. In einem Circus von Felsen über *Rià Lejo d'ariba* stürzt eine mächtige Quelle hervor, welche, wie die Anwohner sagen, bei Regenwetter warm ist, bei Sonnenschein kalt, welches immer ein Beweis der Unveränderlichkeit ihrer Temperatur ist. *Fuente de la Madre Juana*, 2600 Fuſs hoch . . . . . 11,9° R.

Mai. Juni. Quelle auf dem Berge von *Tigayga*, zwischen *Ria lejo* und *Icod el alto*, nicht völlig 2000 Fuſs hoch . . . . . 11,9° R.

Eine andere Quelle an der linken Seite des *Baranco*, der nach *Rambla* herabführt, und auf gleicher Höhe . . . . . 11,7° R.

Mai. *Fuente del Rey*; grofse, starke und schöne Quelle über *Icod los vinos*, 1362 Fufs hoch . . . . . 11,7° R.

Juni. Quelle in einem offenen Bassin im *Val St Yago*, 2800 Fufs hoch . . . . . 9,5° R.

Die Unterschiede zwischen diesen Beobachtungen sind nicht so grofs, dafs man nicht vermuthen sollte, die Uebereinstimmung würde noch weit gröfser seyn, wäre die Wärme dieser Quellen häufiger und zu gleichen Zeiten bestimmt worden. Immer geht hieraus hervor, dafs die Wärme des Bodens in 2500 Fufs Höhe auf *Teneriffa* gar wenig von 11 Grad R. abweichen wird. Daher wäre die Abnahme von *Laguna's* Fläche an auf 860 Fufs schon 3,2 Grad R. oder 279 Fufs (46½ Toise) für 1 Grad R., welches überaus viel ist. Vom Meeresufer an würde aber diese Abnahme 1 Grad R. für 735 Fufs betragen.

Nach denen von Humboldt aufgestellten Grundsätzen, nach welchen aus vielen Zusammenstellungen hervorgeht, dafs in niederen Breiten die Temperatur der Atmosphäre für 726 Fufs gröfsere Erhebung 1 Grad R. abnimmt, würde diese Temperatur der Luft in 2500 Fufs Höhe 13,9 Grad R. betragen; fast so viel, als die Quellen nahe am Meere zeigen, und wieder nahe an 3 Grad von der Temperatur verschieden, mit der sie wirklich in dieser Höhe hervorkommmen.

Die sehr starke Quelle der *Agua manza*, welche als ein Bach nach *Villa Orotava* geleitet ist, und in 4100 Fufs Höhe hervorkommt, hatte im September eine Wärme von . . . . . 10,78° R.

So sehr dieſs auffallend und anomal scheint, so glaube ich doch, möge sich bis über 4000 Fufs die

Temperatur der Quellen nicht sehr verändern. Es ist die Region der Wälder, und zugleich auch der, den ganzen Sommer durch, von 9 oder 10 Uhr an bis 4 oder 5 Uhr Nachmittags hervortretenden Wolken. Der Nebel hängt sich an die Blätter der Bäume und erhält den Boden stets feucht. Die Quellen, welche hieraus reichliche Nahrung ziehen, verbreiten schnell die obere Temperatur auf tiefer liegende Orte.

Es würde wünschenswerth seyn, zu wissen, ob nun über der Region der Wälder die Abnahme wieder schneller fortschritte. Allein in solcher Höhe giebt es entweder keine Quellen mehr, oder sie sind so schwach, dafs sie von der Temperatur der umgebenden Luft gar bald verändert werden müssen. Die *Fuente della montana blanca* über *Villa Orotava* in 6103 F. zeigte am 24. August 7,11 Grad R. Eine schwache Quelle aus Felsritzen in der *Angostura*, im Circus des *Pic*, auf dem Wege nach *Chasna*, 6400 Fufs hoch, im Mai 4,9 Grad R.; Luft 10,5 Grad. R.

Diese Temperaturen scheinen daher nach den Monaten sehr veränderlich; könnten aber vielleicht trefflich dienen, den jährlichen Gang der Wärmezunahme in diesen Höhen zu erforschen.

### *Quellen auf Gran Canaria.*

12. July. *Agua Madre de Moja.* Herrliche starke Quellen im tiefen Schatten von Tilbäumen aus Basaltschichten hervor, 1387 F. hoch.

1. Ein ganzer Bach . . . . . 13,4° R.
2. Andere Quelle, tief unter Steinen hervor . . . . . 13,4° R.
3. Nahe am *Baranco*, von unten aus em Boden herauf . . . . . 13,4° R.

lle unter *Moja*, die weder im Ge-

halt an Kohlensäure, noch an Masse sehr stark ist . . . . . 17,2° R.

Stärkere Sauerquellen, unter grofsen Felsblöcken hervor, in der Tiefe des *Baranco della Virgine*, unter *Firgas* . . . . . 17° R.

Kleine Quellen über den Häusern von *Rio Secco*, nahe dem *Baranco della Virgine*, 1400 Fufs hoch . . . . . 13,3° R.

Luft 20° R.

Stärkere Quelle auf dem Wege zum Berge gegen *Moja* . . . . . 13,3° R.

Starke, aber nur schwach gesäuerte Quelle, eingefafst, aus zwei Steinröhren hervor, im *Baranco* unter *Teror* 1461 Fufs hoch . . 17,6° R.

Es scheint daher, dafs 13½ Grad wohl als der Ausdruck der Temperatur des Bodens für die nördlichen Abhänge von *Gran Canaria* bis 2000 Fufs Höhe angesehen werden können. Die Temperatur der Luft würde nahe an 16 Grad R. verlangt haben.

Eine kleine laufende Quelle unter *Tonte* in *Tiraxana*, in der *Caldera* und in 2250 F. Höhe aus Granitmassen fand ich am 18. July 15,4° R. (Es ist ein sehr geschützter und sehr warmer Ort.)

Eine Quelle unterhalb der Kirche von *Texeda*, im engen Thale, von ziemlicher Stärke, und 2600 Fufs hoch . . . . . 16,5° R.

Sehr auffallend ist es, wie eine schwache Menge von Kohlensäure die Temperatur dieser Quellen so bedeutend zu ändern vermag; ungeachtet die Quellen nur wenig von einander entfernt liegen, so ist doch zwischen ihrer Wärme ein Unterschied von nahe an 4 Grad R. So merkwürdig diese Erscheinung aber auch seyn mag, so ist sie dieser Insel nicht eigenthümlich, sondern ziemlich allgemein. Zum wenigsten habe ich bis jetzt noch kein Sauerwasser auffinden können, dessen Temperatur nicht

jederzeit die der laufenden und reinen Quellen übertroffen hätte.

Man begreift dieſs leicht, wenn man etwas untersucht, wie Sauerwässer auf der Erdfläche vorkommen. Sie sind nämlich jederzeit nur der Ausfluſs der heiſsen, mineralischen, viele Stoffe enthaltenden Quellen, welche in der Tiefe, in Spalten und in engen Thälern hervorbrechen. Die Kohlensäure, vom heiſsen Wasser zurückgestoſsen, entweicht, dringt durch die Risse der Felsen in die Höhe, verbindet sich dort mit den kälteren Wässern, und kommt mit ihnen zu Tage hervor. Daher werden denn diese Wässer von dem emporsteigenden Gas erwärmt und über ihre ursprüngliche Temperatur um etwas erhoben. Unter den vielen hundert der reichsten Sauerquellen in der *Wetterau* und zwischen der *Lahn* und dem *Main* ist nicht eine, welche nicht mehrere Grade über dem gewöhnlichen Punkte kalter Wässer erwärmt wäre. *Selters*, 800 Fuſs über dem Meere, steht auf 13 Grad R.; *Groſs-Karben* zwischen *Friedberg* und *Frankfurt*, eine der stärksten und dabei wasserreichsten aller bekannten Sauerquellen, auf 12 Grad R.; *Schwalheim* auf 10 Grad R., und nie eine tiefer. In der Spalte der *Lahn*, in der Vertiefung gegen den *Rhein*, erscheinen die heiſsen Wässer von *Ems* und von *Wisbaden* und oben auf dem Gebirge zwischen ihnen beiden liegen in mehreren Reihen fort, bis zum Vogelsberg hin, die Sauerquellen, welche mit ihnen zu einer gemeinschaftlichen Entstehungs-Ursache gehören. Unter diesen auch sogar noch die sogenannten Salzquellen der *Wetterau*. Hätte man die Quellen der groſsen Saline von *Nauheim* nicht zum Salzsieden benutzt, man würde in ihr nie etwas anderes als eine Sauerquelle mit schwachem Salzgehalt gesehn haben. Sie liegt tief, kommt aus Grauwacke, und ist vom Flötzgebirge weit entfernt. Ihre Temperatur erhielt sich bisher beständig zwischen 18 und 20 Gr. R.;

sie

sie perlte und schäumte bei dem Hervorbrechen und war stets mit einer Schicht von kohlensaurem Gas bedeckt. Die glücklichen Versuche auf Steinsalz am Neckar, welche der grofsen Saline von *Nauheim* den Untergang drohten, verleiteten auch bei *Nauheim* zu bohren, als hätte man es hier mit einer wirklichen Salzquelle im Flözgebirge zu thun, und als wäre es denkbar, dafs ein solches Bohrloch auf eine Salzschicht führen könne. Vom September bis December 1822 hatte man ein Bohrloch 60 Fufs tief gestofsen, und wirklich hatte sich die Sohle von $2\frac{1}{2}$ auf 3 Proc. Gehalt vermehrt. Ihre Wärme war 22 Gr. R. Im Februar 1823 ward die Arbeit bis 80 F. Tiefe fortgesetzt. Es erschien nun eine unglaubliche Menge Wasser, wenigstens 36000 Cubikfufs in 24 Stunden; die Quelle stieg schäumend und brausend bis 10 F. unter der Schachtwand. Sie hatte jetzt 25 Grad R. Temperatur gewonnen, dampfte sehr stark, und war, durch die Menge der entbundenen und im Schacht mehr als 1 Fufs hoch stehenden Kohlensäure sogar gefährlich geworden, aber der Salzgehalt hatte sich jetzt nicht vermehrt. Solche Zunahme von Wärme und von Kohlensäure würde wahrscheinlich überall das Resultat seyn, wenn man den Sauerwässern der Tiefe durch tiefe Bohrlöcher neue und tiefere Auswege eröffnen wollte.

Ein anderes, und sehr merkwürdiges Beispiel dieser Einrichtung der Natur liefert die Gegend von *Carlsbad*. Die heifsen Quellen dringen mit bedeutender Wärme (68 Grad R.) aus *Granit* in einem engen Thale, in einer Art von Spalte am Ausgang des Thales gegen die Ebene. Dieser Granit bildet aber, wie so häufig in Gebirgen, so auch in diesem Theile von Böhmen, eine Art von Ellipsoid über dem Boden, oben von Gneus und Hornblendschiefer bedeckt. Es ist auf diese Art ein von den übrigen reihenförmigen Ketten ganz getrenntes Gebirge, und wird nördlich durch das Egerthal vom Erzgebirge, westlich

vom weiten Thale, in dem *Königswartha* und *Plan* liegen, vom Böhmer Waldgebirge geschieden. Der Granit, der die Felsen von *Carlsbad* bildet, findet sich ununterbrochen am unteren Abhang dieser ellipsoidischen Masse hin, und zuweilen auch bis zu einer grofsen Höhe. Wäre dem *Carlsbad* entgegengesetzt auch ein so tiefer Abfall bei *Königswartha* oder *Plan*, ein eben so tief geöffnetes Thal, so würden wahrscheinlich auch dort eben so heifse Wässer hervorkommen. *Marienbad* aber, am westlichen Abfall dieses Gebirges, liegt noch mehr als 1000 F. über *Carlsbad;* es erscheinen also nur die Sauerquellen über den heifsen, und diese in solcher Menge, dafs nicht allein bei dem Marienbade ganze Sauerbäche abfliefsen, sondern dafs auch die meisten Dörfer bis auf dem Gebirge in ihrer Nachbarschaft eine Sauerquelle besitzen. Sehr viel Kohlensäure, noch bei weitem mehr als mit den Wässern vereinigt ist, entweicht unmittelbar in der Luft. Zwischen *Marienbad* und *Einsiedel* sind alle Moräste so mit Kohlensäure erfüllt, dafs sie durch grofse hölzerne Trichter aufgefangen, und als Niederschlagungsmittel in mehreren Fabriken genutzt wird.

Was ungestört, wohlthätig und geräuschlos mit heifsen Wässern und mit Sauerquellen aus der Erde hervorsteigt, ist wahrscheinlich nichts anders, als was in Vulcanen Hindernisse zersprengt, zerschmilzt, und gewaltsam und zerstörend weit umher über die Flächen verbreitet. Eine fortwährende Oxydation oxydirbarer Stoffe unter dem Granit. Was auf dem festen Lande mit Wässern fortgeführt wird, mufs unter dem Meere zurückbleiben, bis der zu starke Druck der gefangenen Mächte sie zu zerstörenden und wieder neu bildenden Ausbrüchen zwingt.

## VI. *Einige Bemerkungen über den Bernstein;* von *J. J. Berzelius.*

(Aus den *Vetensk. Acad. Handling.* für 1827.)

Es ist bekannt, dafs der Bernstein am gewöhnlichsten mit Braunkohlen vorkommt, nnd dafs man ihn in neuerer Zeit wie ein Harz in einem Baumstamme abgesondert, in der Braunkohlenmasse sitzend gefunden hat. Es bleibt also fast kein Zweifel mehr übrig, dafs diefs fossile Harz anfänglich ein Pflanzenharz gewesen sey. Die vielen darin eingeschlossenen Körper, wie z. B. Spinnen, Flügeln von Insekten aller Arten (eine völlig aufgebrochene Blumenkrone, welche sich in der Sammlung der Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala befindet), die zarten Eindrücke von Rinden und Zweigen, welche sich nicht selten darauf finden, beweisen hinlänglich, dafs der Bernstein, wie das gemeine Harz, als ein natürlicher Balsam, aber weit dünnflüssiger wie jenes, ausgeflossen und erst späterhin wie das Harz hart geworden ist. Die ferneren Beweise, welche ich diesem Umstande hinzufügen werde, würden daher sicher überflüssig seyn, wenn sie nicht sonst an sich von Interesse wären.

Ich zerstiefs ein ungefähr 15 Gramm. wiegendes Stück Bernstein, das gröfstentheils weifs und undurchsichtig, inwendig aber schwach gelb und durchsichtig war. Ich wurde dabei durch einen starken und angenehmen Geruch eines flüchtigen Oeles überrascht, welcher dem eines Gemenges von Pfeffer- und Rosmarinöle glich, und so lange anhielt, als das Pulvern dauerte, von dem Pulver aber bald verschwand. Das Pulver wurde mit Aether digerirt, der frei von Weinöl war. Der Aether färbte sich gelb. Nachdem er abfiltrirt worden, wurde neuer Aether aufgegossen, und damit fortgefahren, so lange sich derselbe noch färbte. Es ist bekannt, dafs der Aether ein Harz

aus dem Bernstein zieht, welches darin zu ungefähr 8 Proc. vom Gewichte des Bernsteins enthalten ist, und dafs dieses Harz der *Tinctura Succini* ihre vermeintliche Wirksamkeit giebt.

Die ätherische Lösung wurde in einer Retorte mit Wasser gemischt und der Aether abdestillirt; wobei die Masse eine halbe Stunde lang auf ungefähr +50° erhalten wurde, um die letzten Rückstände von Aether abzuscheiden. Auf der Flüssigkeit schwamm ein weiches, stark und angenehm riechendes Harz von der Consistenz des Terpentins. Ein Theil desselben wurde abgenommen und in ein Uhrglas gelegt, wo es klar und fast farblos, so wie in Masse gelb wurde. Es klebte an den Fingern und liefs auf ihnen den Geruch zurück, welcher erst nach 24 Stunden verschwand. Allmälig wurde es weniger klebrig, und nach acht Tagen hatte es die Eigenschaft, an den Fingern zu haften, verloren, war aber selbst nach drei Wochen noch weich und riechend.

Ein anderer Theil von diesem Balsam wurde in der Retorte mit noch mehr Wasser gemischt und destillirt. Dabei ging ein mit dem Geruch des Harzes geschwängertes Wasser über, worauf sich einige kleine Oeltropfen sammelten. Nachdem das Sieden einige Zeit hindurch ununterbrochen fortgesetzt worden, wurde das Feuer fortgenommen. Das Harz war in der Siedhitze des Wassers noch weich und halbflüssig, trübe und blafsgelb; aber es erhärtete beim Erkalten, und war dann leicht zu Pulver zu reiben. Es behielt dabei einen guten Theil seines Geruchs.

Das in der Retorte zurückgebliebene Wasser war halbklar, schmeckte zuerst kühlend, wie Pfeffermünzwasser, und alsdann säuerlich, und roch nach dem flüchtigen Oele des Harzes. Man filtrirte es ab, wobei es fast klar wurde, und überliefs es dem freiwilligen Verdunsten, worauf Bernsteinsäure zurückblieb, in schwachgelben, unregelmäfsigen Krystallen, und mit dem eignen

charakteristischen Geschmack begabt, welchen man zuweilen einem durch die trockne Destillation gebildeten und mit der Säure innig vereinigten Körper hat zuschreiben wollen. — Dieſs ist also ein durchaus entscheidender Beweis, daſs die Bernsteinsäure eben so im Bernstein, wie die Benzoësäure im Benzoëharze, enthalten ist, und daſs keine Art von zersetzender Einwirkung des Feuers oder der kaustischen Alkalien *) erforderlich ist, um sie hervorzubringen.

Das überdestillirte Wasser war klar, farblos, und von einem starken, gewürzhaften Geruch, der dem des zerstoſsenen Bernsteins ähnlich, aber nicht ganz so angenehm war. Sein Geruch war in den ersten Augenblicken kühlend, wie der vom Pfeffermünzwasser, lieſs aber auf der Zunge ein lange anhaltendes gelindes Brennen zurück. Einige kleine Oeltropfen, welche darauf schwammen, wurden auf einem Glase bald fest, und machten es fettig, so daſs es Wasser von sich stieſs. Ich habe aus dem Wasser, weder durch Zusatz von Kochsalz noch durch Abkühlung, etwas mehr von dem darin aufgelösten Oele abscheiden gekonnt.

Digerirt man feingeriebenes Bernsteinpulver lange Zeit mit wasserfreiem Alkohol, so bekommt man eine gelbe Auflösung, welche dieselben Harze enthält. Verdunstet man diese Lösung in einer Retorte, bis der Spiritus gröſstentheils übergegangen ist, mischt dann Wasser hinzu und destillirt wiederum, so erhält man wohl eine Portion hellgelben Harzes auf der Flüssigkeit gesammelt, aber das meiste bleibt darin vertheilt und bildet eine Milch, welche weder durch Sieden noch durch Ruhe klar wird. Nach dem Eintrocknen bleibt eine halb pulverförmige Masse zurück, aus welcher Wasser, mit Zurücklassung des Harzes, Bernsteinsäure auszieht. — Die

*) Unverdorben hat zuerst gezeigt, daſs gepulverter Bernstein, mit einer Lösung von kaustischem Kali in Alkohol behandelt, bernsteinsaures Kali giebt.

Lösung in Wasser hinterläfst, nach dem Verdunsten, einen blafsgelben, sauren, extractähnlichen, nicht krystallisirenden Stoff zurück. In Wasser gelöst und mit ein wenig Ammoniak versetzt, wird er gefällt und aus der filtrirten Lösung erhält man, durch Verdunsten, saures bernsteinsaures Ammoniak in Krystallen. Was es für ein Stoff sey, der durch das Alkali aus der Säure gefällt wird, habe ich nicht näher untersucht.

Nachdem das flüchtige Oel von diesem Balsam abdestillirt worden, bleibt ein gelbes, undurchsichtiges, bröckliches und inwendig Blasen enthaltendes Harz, welches beim Siedepunkt des Wassers weich und halbflüssig wird, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft aber so bröcklig ist, dafs es zwischen den Fingern zu Pulver gerieben werden kann. Für sich erhitzt, schmilzt es ziemlich leicht, ohne durchsichtig zu werden, wozu eine höhere Temperatur erfordert wird. Es hat dann fast das Ansehen eines klaren Bernsteins. Vom kaustischen und kohlensauren Alkali wird es zu einer klaren gelben Flüssigkeit aufgelöst, welche indefs nicht eher klar wird, als bis ein Ueberschufs von Harz hinzukommt, weil die Verbindung des Harzes mit dem Alkali fast unlöslich ist in Wasser, welches freies Alkali aufgelöst enthält. Verdunstet man diese Lösung, so riecht sie beständig nach dem flüchtigen Oele, und endlich bleibt eine durchsichtige gelbe Masse von Harz-Alkali zurück. Uebergiefst man dieses mit Wasser, so wird es undurchsichtig und läfst einen schleimigen Rückstand ungelöst, welcher eine geringere Quantität vom Alkali enthält, und gröfstentheils ein anderes Harz als das, welches in der Lösung bleibt. Alkohol zerlegt das eingetrocknete Harzkali auf gleiche Weise wie das Wasser.

Behandelt man das gelbe Harz mit Alkohol von 0,84 spec. Gewicht in der Kälte, so wird es weich und klebrig; siedet man die Lösung, so löst es sich auf. Die Lösung ist gelb, und setzt während des Erkaltens ein weifses Pulver

ab, welches fast krystallinisch aussieht. Läfst man die Flüssigkeit verdunsten, so setzt sich noch mehr von diesem weifsen Pulver ab, und endlich bleibt eine gelbe Auflösung zurück, welche, eingetrocknet, ein durchsichtiges gelbes, etwas weiches, noch nach dem flüchtigen Oele des Bernsteins riechendes Harz hinterläfst. Dieses Harz ist leicht löslich in Alkohol, noch mehr in Aether, und giebt mit Alkalien hellgelbe Lösungen, die von einem Ueberschufs des Alkali's gefällt werden und zu einem glänzenden, durchsichtigen, ohne Rückstand in Wasser löslichen Firnifs eintrocknen. Säuren fällen aus diesen Auflösungen ein weifses, gelatinöses Pulver, welches beim Trocknen zusammenbackt, einen glänzenden Bruch erhält und ein Harzhydrat ist.

Das weifse Pulver, welches sich aus der alkoholischen Lösung absetzt, ist ein eigenthümliches Harz. Es löst sich wenig in kaltem Alkohol von 0,84, löst sich aber darin bei der Siedhitze ohne Farbe auf, und setzt sich beim Erkalten auf dem Glase ab, woran es zuweilen sehr fest haftet. Vom wasserfreien Alkohol wird es ziemlich gut in der Kälte gelöst; die Lösung ist farblos, und wenn man sie dem freiwilligen Verdunsten aussetzt, bleibt endlich ein schneeweifses, zartes und leichtes Pulver zurück, welches keinen Geschmack und Geruch besitzt. Vom Aether wird es ungefähr eben so gelöst wie vom Alkohol. Erhitzt, kömmt es träge in Flufs und verlangt eine hohe Temperatur, wobei es anfängt sich zu zersetzen, ehe es recht flüssig wird. Es verbindet sich mit Alkalien; die Lösung ist farblos und giebt, nach dem Eintrocknen, eine weifse, nicht durchsichtige Masse, welche bei Wiederauflösung in Wasser gröfstentheils ungelöst bleibt, in Gestalt einer weifsen, aufgeschwollenen Masse. Die Verbindungen derselben mit Alkalien, werden aus ihrer Lösung in Wasser durch freies Alkali gefällt. Durch Säuren gerinnen sie; der Niederschlag ist farblos und gesteht wie Thonerdehydrat. Trocken, ist

er weifs und erdig. Die Gegenwart dieses Harzes bewirkt, dafs eine Auflösung des gemischten Harzes in Alkohol, auf eine Glasscheibe gebracht, einen der Kreide ähnlichen Ueberzug hinterläfst; auch ist es hauptsächlich dieses Harz, welches, nach Vermischung der alkoholischen Lösung mit Wasser und nach Abziehung des Alkohols, im Wasser aufgeschlämmt bleibt. Es ist ferner die pulverförmige Einmengung dieses Harzes, welche dem Rückstande, nach Destillation mit Wasser, seine gelbe Farbe und seine Undurchsichtigkeit ertheilt.

Der Theil des Bernsteins, welcher vom Aether oder wasserfreien Alkohol nicht gelöst wird, ist auch in Alkalien und in flüchtigen Oelen unlöslich. Man hat mit Unrecht angegeben, dafs der Bernstein sich sowohl in kohlensauren als auch in kaustischen Alkalien auflösen müsse. Wenn er, fein gerieben, lange mit einem Alkali gekocht wird, so erhält man eine alkalische Flüssigkeit, welche wenig Harz, aber dagegen bedeutend viel Bernsteinsäure enthält. Filtrirt man sie vom Bernsteinpulver ab, und übergiefst dieses, nach einmaligem Waschen mit kaltem Wasser, mit siedendem Wasser, so löst sich Harz-Alkali darin, und man bekommt die beiden, zuvor erwähnten, Harze in der Lösung; sie können mit Säuren ausgefällt werden. Auch die dabei erhaltene saure Flüssigkeit enthält Bernsteinsäure. Das, was das Alkali ungelöst läfst, ist durchaus derselbe Stoff, welcher bei Behandlung mit Alkol oder Aether zurückbleibt.

Dieser Stoff, welcher ein Product der Veränderung des natürlichen Balsams zu seyn scheint, beträgt mehr als $\frac{9}{10}$ vom Gewichte des Bernsteins, und bildet ein Pulver, welches Wasser ausgiebt. In einem offenen Gefäfse gelinde erhitzt, raucht es und riecht fast wie stark erhitztes Fett, wird braun und schwillt auf, aber scheint nicht schmelzen zu wollen, ohne sich zu verkohlen. Auf diese Weise geröstet, bis es endlich schwarzbraun gewor-

den ist, löst es sich, mit Alkohol oder Aether behandelt, fast gänzlich darin auf.

Wenn dieses Pulver in einem Destillationsgefäfse einer gelinden Hitze ausgesetzt wird, so giebt es zuerst etwas farbloses Wasser, welches eine Spur von Bernsteinsäure enthält, und dann kommt ein farbloses, brenzliches Oel, welches völlig wie *Oleum cerae* riecht und bis an's Ende der Operation erscheint, wo es hellgelb wird, und den Geruch von Bernsteinöl annimmt. Bei einer gewissen Temperatur schmilzt das Pulver, kocht und giebt fortwährend dasselbe Oel. Die Masse bleibt bis an's Ende der Operation geschmolzen, wo es eine dünne Kruste von Kohle hinterläfst, und ein wenig eines durchsichtigen gelben Peches giebt, welches im Halse sitzen bleibt. Der gröfste Theil der Masse hat sich in das Oel verwandelt, welches in Berührung mit der Luft gelb wird und sich endlich völlig dunkel färbt, ganz wie die brenzlichen Oele der Fette. Mit Wasser umdestillirt, geht langsam ein farbloses Oel über und es bleibt ein geruchloses, gelbbraunes Pech zurück, welches auch nach dem Erkalten weich bleibt.

Wenn der unlösliche Theil des Bernsteins in einem, gegen den Zutritt der Luft verschlossenen Gefäfse geschmolzen wird, und man die Masse, sobald sie völlig flieſst, vom Feuer nimmt, so erhält man nach dem Erkalten einen durchscheinenden, dunkelbraunen, harzähnlichen Stoff, welcher sich leicht zu Pulver reiben läfst und dabei ganz auffallend elektrisch wird. Die Farbe dieses Pulvers ist gelb. Der Alkohol zieht daraus beim Kochen eine geringe Portion eines hellgelben, gröfstentheils in Alkalien unlöslichen Harzes. Aether löst das vom Alkohol Ungelöste gröfstentheils auf, mit bräunlicher Farbe, läfst aber einen andern Theil, zähe und klebrig, ungelöst. Dieser letztere löst sich mit brauner Farbe in Terpentinöl und rectificirtem Petroleum auf, mit Hinter-

lassung einiger aufgeschwollenen hellen Schuppen. Terpentinöl löst das geschmolzene Harz leicht auf, bis auf Zurücklassung dieser Schuppen. Kaustische Alkalien ziehen beim Sieden etwas von dem in Alkohol löslichen Harze aus. Der Rückstand, oder der in Aether und Terpentinöl lösliche Theil verbindet sich nicht mit Alkalien. Das, was bei Auflösung in Terpentinöl zurückbleibt, besteht aus aufgeschwollnen, durchsichtigen, gelben, elastischen Schuppen, welche, nach Verdunstung des Oels, hart und etwas dunkel werden, wo sie dann dem unveränderten, unlöslichen Bestandtheil des Bernsteins ähnlich sind. Ihre Menge ist beträchtlicher, wenn die Masse kürzere Zeit geschmolzen wird. Es ist übrigens klar, dafs die Beschaffenheit dieses durch das Schmelzen gebildeten Harzes ungleich ausfällt, je nachdem das Schmelzen längere oder kürzere Zeit gedauert hat; weil dabei beständig brenzliches Oel entwickelt wird, von dem eine grofse Masse fortgeht, schon ehe die Masse zu schmelzen anfängt. Dafs durch dieses Schmelzen bereitete Harz macht den Hauptbestandtheil des *Colophonium Succini* aus.

Der in Alkohol und Aether unlösliche Stoff des Bernsteins hat in mehrerer Hinsicht besonders Aehnlichkeit mit dem in Alkohol und Aether unlöslichen Stoff, welcher in geringer Menge im Gummilack enthalten ist (John's Lackstoff), und welcher darin in noch gröfserer Menge gebildet wird, wenn man eine Lösung des Gummilack-Kali's mit Chlor bleicht und fällt. Des Vergleiches halber, nahm ich eine Portion von diesem Stoff und erhitzte sie in einem Destillationsgeschirr. Ich fand dabei, dafs er, unter reichlicher Bildung eines dem *Oleum cerae* ähnlich riechenden Oeles, zu einem analogen, durchsichtigen braunen Harze schmolz. Aus diesem Harze zog Alkohol eine geringe Portion eines, nach Verdampfen des Alkohols, gelblichen durchsichtigen Harzes, das nach gebranntem Gummilack roch. Aus dem in Alkohol Unlöslichen zog Aether mit gelber Farbe das meiste aus,

und das Zurückgebliebene gab mit Terpentinöl eine dunkelgelbe Auflösung, wobei ein in diesem Lösungsmittel unlöslicher, aufgeschwollner, elastischer Rückstand übrig blieb, welcher ein wenig veränderter Lackstoff zu seyn schien, ganz so wie es bei dem geschmolzenen Bernsteinharze der Fall ist.

Da dieser eben erwähnte Stoff des Gummilacks die Eigenschaft besitzt, dafs er, durch Auflösung in Alkali und Fällung mit Säuren, wieder zu einem in Alkohol löslichen, dem Gummilack ähnlichen Harze übergeht, und da der unlösliche Theil des Bernsteins von kaustischer Lauge nicht angegriffen wird, so kochte ich das mit Alkohol und Aether ausgelaugte Bernsteinpulver zusammen mit einer Auflösung von kaustischem Natron ein, bei einer ziemlich hohen Temperatur, bis diese Masse geschmolzen war. Sie rauchte dabei etwas und entwickelte ein farbloses, flüssiges Oel. Nach dem Erkalten wurde die Masse zu Pulver gerieben. Wasser zog daraus das Alkali aus, und gab eine farblose Flüssigkeit, aus welcher Salzsäure eine geringe Quantität eines weifsen Stoffes fällte, der bei gelinder Erwärmung wie ein Harz schmolz und stark wie Bernsteinöl roch. Nachdem die Lösung filtrirt und bei gelinder Wärme zur Trockne verdunstet worden, wurde das Salz mit wasserfreiem Alkohol behandelt, wobei es eine Spur von Bernsteinsäure gab, welche meiner Meinung nach von einem geringen Hinterhalte derjenigen Bestandtheile herrührt, die vom Alkohol und Aether ausgezogen werden, die aber zurückbleiben, wenn das Bernsteinpulver grobkörnig ist, so dafs es nicht von diesen Lösungsmitteln erweicht werden kann.

Das auf dem Filtrum zurückgebliebene Pulver, einige Mal mit kaltem Wasser gewaschen, löste sich vollkommen in lauwarmen Wasser, mit Hinterlassung von ein wenig völlig unveränderten Pulvers der unlöslichen Bestandtheile des Bernsteins. Die Lösung war braun und hinterliefs nach dem Verdunsten zur Trockne eine Masse,

welche zersprungen war und vom Glase sich ablöste, ganz wie der Rückstand einer Lösung von Braconnot's Ulmin (oder von dem künstlichen Humusextract aus Sägespähnen und Kalihydrat). Als es aber in Wasser gelöst und mit einer Säure behandelt wurde, entstand ein weifsgrauer Niederschlag, welcher, gewaschen und getrocknet, zu einem durchsichtigen, dunkelgelben Harze schmolz. Alkohol löste einen Theil davon mit gelber Farbe auf; und was der Alkohol unaufgelöst liefs, löste sich gröfstentheils und mit brauner Farbe in Aether, und was dieser ungelöst liefs, wurde meist von Terpentinöl aufgenommen. — Auch das ganze Harz löst sich leicht und mit brauner Farbe in Terpentinöl auf. Die Behandlung mit Natronhydrat hatte folglich den unlöslichen Bestandtheil des Bernsteins, gleich wie die Schmelzung desselben für sich, in ein Harz verwandelt; aber dieses Harz, obgleich wie das zuletzt genannte aus drei besonderen Harzen gemengt, unterscheidet sich dennoch von dem durch bloſses Schmelzen erhaltenen dadurch, dafs diese drei Harze sich sämmtlich mit dem Alkali verbinden, und wiewohl diese Verbindung, wie die des ursprünglichen Bernsteinharzes, unlöslich ist in einer Flüssigkeit, welche freies Alkali aufgelöst enthält.

Aus diesen Versuchen folgt, dafs der Bernstein zum wenigstens fünf besondere Bestandtheile enthält, nämlich: 1) Ein wohlriechendes flüchtiges Oel in geringer Quantität; 2) Ein gelbes mit diesem Oel innig verbundenes Harz, das leichtlöslich ist in Alkohol, Aether und Alkali, leicht schmilzt und den gewöhnlichen nicht fossilen Harzen gleicht; 3) Ein Harz, welches nebst dem vorhergehenden mit dem flüchtigen Oele verbunden ist, sich träge in kaltem Alkohol löst, leichter in siedendem, und aus ihm, beim Erkalten, in Form eines weifsen Pulvers niederfällt, nach freiwilliger Verdunstung aber, in Form eines lockeren, schneeweifsen Pulvers zurückbleibt. Dieses Harz löst sich in Aether und in Alkalien. Diese

beiden Harze und das flüchtige Oel, so wie sie durch Aether aus dem Bernstein ausgezogen werden, bilden, nach Verdunstung des Aethers über Wasser, einen hellgelben, starkriechenden, klebrigen natürlichen Balsam, der erst nach längerer Zeit hart wird und dabei einen Theil seines Geruches behält. Man hat allen Grund zur Vermuthung, dafs dieser Körper das ist, was der Bernstein ursprünglich war, aber vielleicht jetzt ärmer an flüchtigem Oel wie ehemals, und dafs die unlöslichen Bestandtheile des Bernsteins durch die Länge der Zeit sich aus diesem Balsam gebildet, aber allmälig einen Theil desselben so umschlossen haben, dafs dessen weitere Veränderung dadurch gehindert worden ist. Der *vierte* Bestandtheil ist Bernsteinsäure, welcher von Aether und Alkohol, so wie von Alkalien, neben jenem Balsam, ausgezogen wird. Der *fünfte* Bestandtheil ist unlöslich in Alkohol, Aether und den Alkalien, und hat einige Aehnlichkeit mit dem Körper, welchen man im Gummilack findet (John's Lackstoff), und welcher sich in grofser Menge bildet, wenn die Auflösung dieses Harzes in Alkali mit Chlor gefällt und gebleicht wird. Beide geben beim Schmelzen in einem Destillationsgefäfs analoge Producte, und obgleich der Bestandtheil des Gummilacks leicht vom Alkali aufgenommen werden und wiederum Harz bilden, welches nur unvollkommen und bei einer höheren, die Zusammensetzung ändernden Temperatur mit dem Unlöslichen des Bernsteins geschieht; so wird doch wieder ein Harz gebildet, welches einige Eigenschaften des unlöslichen Bernsteinharzes besitzt.

## VII. *Untersuchung über die zusammengesetzten Aetherarten; von den HH. Dumas und Boullay d. J.*

*(Annales de chimie et de physique, T. XXXVII. p. 15.)*

Die bis jetzt bekannten Aetherarten zerfallen in drei Gattungen. Die erste begreift den Schwefel-, Phosphor- und Arsenik-Aether, welche, wie Hr. Boullay der Aeltere gezeigt hat, unter sich identisch sind; die zweite schliefst die aus Doppelt-Kohlenwasserstoff und einer Wasserstoffsäure zusammengesetzten Producte ein; und die dritte umfafst die Aetherarten, welche, nach den sehr merkwürdigen Versuchen des Hrn. Thénard und denen des Hrn. Boullay dem Aelteren, als Verbindungen von Alkohol mit einer Sauerstoffsäure betrachtet werden. Den Schwefeläther haben wir in einer früheren Abhandlung untersucht (S. 97. dies. Bandes der Ann. *P.*); die Aether der zweiten Art scheinen uns wohl bekannt zu seyn; es bleibt uns daher nur übrig, die andern hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zu untersuchen. Diese Untersuchung und ihre Resultate sind es, welche wir gegenwärtig der Academie überreichen.

Als am geeignetsten zu der beabsichtigten Untersuchung haben wir den Salpeter-, Essig-, Benzoë- und Oxal-Aether ausgewählt. Einige dieser Körper sind zwar von vielen Chemikern untersucht worden, aber unter allen in dieser Beziehung unternommenen Arbeiten, haben die des Hrn. Thénard die genausten Resultate geliefert. Wir haben so oft Gelegenheit gehabt uns von deren Genauigkeit zu überzeugen, dafs die Abweichung der Folgerungen dieses berühmten Chemikers von denen, welche wir durch unsere Versuche gezwungen angenommen haben, uns veranlafst, die Frage von allen Seiten her zu

betrachten, ehe wir ein, vielleicht sonderbar scheinendes Resultat annehmen.

In der That ist es nach Hrn. Thénard's Versuchen gewifs, dafs der Salpeter-, Essig-, Benzoë- und Oxal-Aether, mit kaustischem Kali behandelt, sich mehr oder weniger schnell in Alkohol und in salpetrichtsaures (*hypo-nitrite*) *), essigsaures, benzoësaures oder oxalsaures Kali verwandeln. Hr. Thénard schlofs daraus, was alle Chemiker nothwendig annehmen mufsten, dafs diese Aetherarten aus den Säuren, die sich in den erhaltenen Kalisalzen befanden, und den in Freiheit gesetzten Alkohol gebildet waren.

So betrachtet waren diese Aether demnach wirkliche Salze, in welchen der Alkohol die Stelle der Base vertrat. Und da die Alkalien den Alkohol auszuscheiden vermochten, so war man durch nichts berechtigt, den geringsten Zweifel an einer so streng aus den Thatsachen hergeleiteten Folgerung zu setzen.

Indefs stimmt die Analyse der erwähnten Aetherarten nicht mit diesen Betrachtungsweisen überein. Der Oxal-Aether z. B. enthält fast eben so viel Kohlenstoff als der Alkohol, obgleich die Oxalsäure weit weniger von demselben enthält. Eben so liefert der Essigäther mehr Kohlenstoff als der Alkohol, und dennoch ist die Essigsäure ärmer an demselben als der Alkohol. Ueberrascht von diesem Widerspruch haben wir gesucht uns vor jeder Fehlerquelle zu hüten, die uns hätte irreleiten können.

Wir haben den Alkohol abermals analysirt und sind zu Resultaten gelangt, welche, wie aus unserer früheren Abhandlung zu ersehen ist, denen gleich kommen, welche die Chemiker gegenwärtig annehmen. Wir haben auch die Analysen der organischen Säuren, die in die Zusammensetzung der hier betrachteten Aetherarten ein-

*) Was die Verfasser *Hypo-nitrite* und *Acide hypo-nitreux* nennen, ist hier, mit Berzelius, salpetrichtsaures Salz, salpetrichte Säure genannt, da bekanntlich die *acide nitreux* der Franzosen keine Salze zu bilden im Stande ist. Man sehe darüber Berzelius Lehrb. Th. I. p. 483. P.

gehen, wiederholt und gleichfalls Resultate erhalten, die mit denen des Herrn Berzelius identisch sind. Die Schwierigkeit, unsere Aether rein darzustellen, hätte uns ohne Zweifel zu Fehlern verleiten können; allein wir haben so viele Sorgfalt auf ihre Bereitung verwandt, dafs diese Furcht ungegründet scheint. Diese Ueberzeugung, hoffen wir, werden auch alle Chemiker mit uns theilen, die unsere Arbeit mit Aufmerksamkeit prüfen werden.

Am Ende blieb kein anderes Mittel zur Erklärung übrig, als die eben nicht wahrscheinliche Annahme, dafs alle Versuche des Hrn. Thénard mit einem constanten Fehler behaftet seyen. Indefs, als wir diese Versuche wiederholten, fanden wir, wie zu erwarten stand, dafs sich die erwähnten Salze erzeugten und der Alkohol mit allen seinen Kennzeichen abgeschieden wurde.

Man mufste sich also nothwendig zur Annahme einer Hypothese entschliefsen, welche allein mit jenen widersprechenden Erscheinungen vereinbar war. Wir geriethen schon zu Anfange unserer Untersuchung auf diese Hypothese, und waren überrascht von ihrer Uebereinstimmung mit unseren Resultaten; allein erst dann wagten wir uns auf sie zu verlassen, als wir sie durch alle Thatsachen, die wir sammeln konnten, unterstützt fanden. Sie besteht in der Annahme, dafs die zusammengesetzten Aetherarten, welche wir untersucht haben, aus Schwefeläther und einer Sauerstoffsäure gebildet sind. Dafs man also Alkohol mittelst Kali aus ihnen abscheiden kann, rührt daher, dafs der frei werdende Aether sich des nöthigen Wassers bemächtigt, um wieder in den Zustand von Alkohol zurückzukehren.

Der Alkohol und Schwefeläther zeigen sich hier also unter einem neuen und besonderen Gesichtspunkt, welcher auf verschiedene noch dunkle Erscheinungen in der organischen Chemie ein grofses Licht zu werfen verspricht.

Nachdem wir nun den allgemeinen Gesichtspunkt, welcher durch unsere Untersuchung gewonnen ist, gezeigt ha-

haben, wollen wir ihn im Einzelnen prüfen; denn wir fühlen wohl, dafs ein solcher Schlufs erst dann, wenn er auf sicheren Grundlagen ruht, angenommen werden kann.

Wir werden demnach die vier Aetherarten, welche Gegenstand unserer Untersuchung sind, analysiren, und hinsichtlich deren Bereitung alles übergehen, was den Beobachtungen des Hrn. Thénard, die uns immer äufserst genau geschienen haben und sicher allen Chemikern bekannt sind, nichts hinzufügen würde.

Diese vier Aetherarten haben wir immer auf drei verschiedene Weisen untersucht. Zunächst haben wir ihre elementare Zusammensetzung ausgemittelt, dann die Dichte ihrer Dämpfe gemessen, und endlich auch, zu gröfserer Gewifsheit, die aus ihnen abzuscheidende Menge von Säure und Alkohol direct bestimmt. Aus der Gesammtheit dieser Resultate hat sich unsere Ueberzeugung gebildet, und wie sonderbar unsere Hypothese auch scheinen mag, so müssen wir sie doch für gegründet halten, da drei so verschiedene Wege uns zu demselben Resultate geführt haben.

### Bereitung und allgemeine Eigenschaften der von uns untersuchten Aetherarten.

*Salpeteräther.* Wir haben der Vorschrift, welche Hr. Thénard zur Bereitung des Salpeteräthers giebt, nichts hinzuzufügen, es sey denn die Bemerkung, dafs die Operation um so leichter und die Ausbeute verhältnifsmäfsig um so gröfser ist, je geringer die Menge ist, mit welcher man arbeitet. Diefs ist leicht begreiflich, wenn man erwägt, mit welcher Kraft diese Reaction vor sich geht. Arbeitet man z. B. mit 200 Grm. Salpetersäure und 200 Grm. Alkohol von 40° (wahrscheinlich Beaumé) in einer Retorte von 3 Pinten, so braucht man nicht die Retorte zu erkalten, wenn man nur das Feuer auslöscht, sobald die Reaction anfängt. Die Operation geht dann

ruhig fort, und der Aether verdichtet sich gänzlich in der ersten erkalteten Flasche, welche Salzwasser enthält. Man kann also die übrigen Flaschen fortlassen, wodurch der Apparat vereinfacht und der Druck verringert, also die Operation bequemer gemacht wird.

Von der obigen Menge von Alkohol und Säure haben wir, nach den bekannten Methoden gereinigt, 45 bis 50 Grm. Aether bekommen. In diesem Zustande ist er gelblichweifs und röthet nicht das Lackmus. Bei $+4^{\circ}$ C. und einem Drucke von $0^{m},760$ haben wir seine Dichte gleich 0,886 gefunden.

*Essigäther.* Um alle Ungewifsheit hinsichtlich der Reinheit dieses Körpers zu vermeiden, haben wir es vorgezogen, ihn nach der alten Methode zu bereiten, welche darin besteht, dafs man ein Gemenge von gleichen Theilen concentrirter Essigsäure und reinen Alkohols 12 bis 15 Mal destillirt. Dadurch verschafft man sich zwar leicht einen alkoholischen Essigäther; aber allen Alkohol von ihm abzuscheiden, ist unglaublich schwierig. Begnügt man sich, das Product zwei bis drei Mal zu waschen, und dann mittelst einer Destillation über Chlorcalcium zu trocknen, so erhält man einen Aether, dessen Dichte, in Dampfform, gleich 2,5 oder nahe gleich 2,5 ist. Wäscht man ihn dann von neuem und trocknet ihn abermals, so ist seine Dichte gestiegen und gleich 2,6 oder 2,7. Abermalige Auswaschungen bringen sie auf 2,8, auf 2,9, auf 3,0, auf 3,3 und endlich auf 3,06, wo sie dann aufhört zu steigen. Nicht weniger als 12 bis 15 Waschungen sind erforderlich, um den Essigäther auf diesen Punkt zu bringen, und da das Wasser eine ziemlich beträchtliche Menge desselben löst, so wird ein ganz ansehnliches Quantum, welches man zu Anfange erhalten hat, zuletzt auf einige Grammen reducirt. Daher mufs man, um eine hinreichende Menge zu erhalten, zum wenigstens mit einem Kilogramm des Gemenges arbeiten.

So bereitet und gereinigt, siedet der Essigäther bei

74° C. unter einem Druck von 0m,76; seine Dichte und die Spannung seiner Dämpfe haben wir wegen Mangel am Material noch nicht bestimmen können.

*Benzoëäther.* Der Benzoëäther läfst sich leicht nach dem von Hrn. Thénard angegebenen Verfahren bereiten. Es besteht bekanntlich darin, dafs man ein Gemenge von Alkohol, Chlorwasserstoffsäure und Benzoësäure eine Zeit lang kocht. Als die Hälfte der Flüssigkeit dieselbe, und diese Operation wiederholten wir 2 bei der Destillation übergegangen war, cohibirten wir bis 3 Mal. Die gröfste Menge des Aethers findet sich in dem Rückstand. Man schied ihn mittelst Wasser ab, und einige Waschungen befreiten ihn von dem gröfsten Theil seiner überschüssigen Säure. Wir liefsen ihn nun über Massicot sieden, bis sein Siedepunkt fix geworden und der Ueberschufs seiner Säure gesättigt war, und destillirten ihn darauf mit Vorsicht, wodurch wir ihn völlig rein und durchaus farblos erhielten.

Durch das angegebene Verfahren verwandelt man fast die ganze Menge der angewandten Säure in Aether. Kaum findet sich von ihr etwas in dem Recipienten, wenn man die letzte Destillation gut geleitet hat.

So bereitet, siedet der Benzoëäther bei 209° C, und hat bei der Temperatur 10°,5 C. eine Dichte von 1,0539; die Spannung seiner Dämpfe ist sehr schwach.

*Oxaläther.* Wir haben diesen Aether nach der Vorschrift des Hrn. Thénard bereitet; allein die Mengen, welche man nach derselben erhält, sind so unbeträchtlich, dafs, nach den zur Reinigung des Aethers nöthigen Behandlungen, selten genug übrig bleibt, um seine Eigenschaften erforschen zu können. Nach einigen Proben sind wir bei dem folgenden Verfahren stehen geblieben, welches uns diesen Aether in Menge geliefert hat. Man destillirt nämlich 1 Th. Alkohol, 1 Th. Kleesalz und 1 Th. Schwefelsäure zusammen. Dabei geht zuerst Alkohol über, dann Schwefeläther und endlich eine ölige

Flüssigkeit, welche sich am Boden des Recipienten sammelt. Man kann die Destillation so lange fortsetzen, bis die Retorte keine alkoholische Flüssigkeit mehr enthält. Die letzten Producte sind am reichsten an Oxaläther. Er ist es übrigens, welcher das erwähnte ölige Fluidum ausmacht. Man mufs ihn von den darüberstehenden Alkohol trennen und ihn dann in einen mit Wasser gefüllten Glashafen schütten. Oft schwimmt er auf dem Wasser; allein in dem Maafse als der ihm beigemengte Schwefeläther verdampft, fällt er in grofsen Tropfen zu Boden des Gefäfses. Gieſst man den übergegangenen Alkohol zurück oder schüttet eine neue Portion Alkohol in die Retorte, so kann man noch eben so viel Oxaläther, wie beim ersten Mal, erhalten. Eine dritte Destillation giebt auch noch etwas, aber wenig. Nach Beendigung aller dieser Operationen behandelt man die alkoholischen Producte mit Wasser und gieſst dem abgeschiedenen Oxaläther zu dem früher erhaltenen.

Der so bereitete Aether ist sehr sauer und enthält überdiefs Wasser, Alkohol und Schwefeläther. Um ihn zu reinigen, behandelten wir ihn mit gepulverter Bleiglätte, und liefsen ihn mit derselben sieden, bis sein Siedepunkt, der anfangs zwischen 90° oder 100° lag, auf 183° oder 184° C. gestiegen war, wo er stehen blieb. Wenn man diese Operation in einem Ballon mit kurzem Halse vornimmt, werden Wasser, Schwefeläther und Alkohol verflüchtigt, und die freie Säure bildet oxalsaures Bleioxyd, von dem, so wie von der überschüssigen Bleiglätte, man den Aether leicht durch Abgieſsen trennen kann. Man gieſst nun den Aether, der ohne Wirkung auf Lackmuspapier seyn mufs, in eine recht trockne Retorte und destillirt ihn über.

So bereitet stellt er eine ölige Flüssigkeit dar, die bei 7°,5 C. eine Dichte von 1,0929 besitzt, und unter einem Druck von $0^m$,76 zwischen 183° und 184° C. siedet. Seine Dämpfe haben nur eine geringe Spannung.

Sein Geruch ist aromatisch, und hat nebenbei einige Aehnlichkeit mit dem von Knoblauch oder Phosphor.

Den Gebrauch des Kali's haben wir bei seiner Reinigung vermieden, weil er von diesem leicht zersetzt wird. Eben so mufsten wir auch auf die Anwendung von Chlorcalcium verzichten, da dasselbe zersetzt wird und sichtlich oxalsauren Kalk bildet, ohne Zweifel, wie wenigstens der Geruch andeutet, zugleich auch Salzäther.

Auch die Waschungen mit Wasser haben wir unterlassen, weil schon Wasser allein diesen Aether schnell zersetzt. Als wir einst 25 bis 30 Grm. von ihm acht Tage lang in einem Glashafen unter Wasser stehen liefsen, ist es uns begegnet, dafs nach Ablauf dieser Zeit aller Aether verschwunden war, und das Wasser nur eine gesättigte Lösung von Oxalsäure enthielt; die Wände des Gefäfses hatten sich dabei mit Krystallen bekleidet, die hinsichtlich ihrer Gröfse und der Reinheit ihrer Formen sehr merkwürdig waren.

Man wird im Verlaufe dieser Abhandlung sehen, welche Function die Mineralsäuren bei der Bereitung des Benzoë- und Oxaläthers ausüben. Einige Chemiker haben geglaubt, der Zusatz der Schwefelsäure habe hier eine Erhöhung des Siedepunkts der Flüssigkeit zum Zweck, wodurch die Verbindung zwischen der Säure und dem Alkohol erleichtert werde. In dieser Hypothese würde die Verbindung eine etwas erhöhte Temperatur zu ihrer Bildung erfordern. Hr. Thénard dagegen hat angenommen, dafs die Mineralsäuren den Alkohol concentrirten und ihn zur Bildung dieser Verbindungen geschickter machten. Diese Meinung nähert sich mehr der unsrigen; denn wir nehmen an, dafs der Alkohol durch die Schwefelsäure in Schwefeläther, als die wirkliche Basis der zusammengesetzten Aetherarten, verwandelt werde.

**Zerlegung der untersuchten Aetherarten in ihre Elemente.**

Diese Analysen wurden nach dem wohl bekannten Verfahren mittelst Kupferoxyd angestellt, wobei wir gewöhnlich den Apparat des Hrn. Gay-Lussac anwandten. Die Aether wurden in kleine Fläschchen gethan und in Dampfform über das bis zur anfangenden Rothgluth erhitzte Kupferoxyd getrieben.

*Salpeteräther* (*Ether hypo-nitreux*). Nach den Erscheinungen, welche die Bildung des Salpeteräthers begleiten, ist es wohl wahrscheinlich, dafs derselbe desoxydirte Salpetersäure enthält. Hr. Thomson hat indefs die Zusammensetzung desselben in der Annahme berechnet, dafs er aus Salpetersäure und Doppelt-Kohlenwasserstoff gebildet sey. Diese Hypothese wird schon vorweg durch die sehr genauen Versuche des Hrn. Thénard umgestofsen, da es diesem gelang den Aether in salpetrichtsaures Kali und Alkohol umzuwandeln. In defs könnte man sagen, die salpetrichte Säure und der Alkohol wären nicht gebildet in ihm vorhanden, sondern erst durch die Einwirkung der Alkalien erzeugt. Versuchen wir daher, diese Zweifel durch directe Versuche aufzuhellen.

Wir liefsen Salpeteräther in Dampfgestalt über Kupferoxyd gehen, das bis zum anfangenden Glühen erhitzt war, und trieben ihn dann durch eine ebenfalls rothglühende Säule von Kupferspähnen. Bei jedem Versuche setzte man die ersten Glocken mit Gas bei Seite, und die übrigen prüfte man sorgfältig auf Stickstoffoxydgas und Kohlenwasserstoffgas. Die Resultate von vier Versuchen zeigten klar, dafs dieser Aether 4 Vol. Kohlensäure auf 1 Vol. Stickgas liefert. Wir erhielten nämlich:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 80,4 | Kohlensäure . . . | 19,6 | Stickstoff | |
| 2) | 80,3 | - - . . . | 19,7 | - | - |
| 3) | 79,5 | - - . . . | 20,5 | - | - |
| 4) | 79,7 | - - . . . | 20,3 | - | - |
| Mittel | 79,97 | - - . . . | 20,03 | - | - |

Bei allen diesen Versuchen setzten wir das Stickgas mit Sauerstoffgas in Berührung; aber dieſs wurde nicht geröthet, auch erlitt das Volumen beider Gase durch ihre Mengung keine Aenderung. Als man hierauf Wasserstoffgas zusetzte und das Gemenge verpuffte, überzeugten wir uns, daſs keine Kohlensäure gebildet wurde. Die Absorption war nämlich in allen diesen Fällen genau so, wie wenn Sauerstoff und Wasserstoff allein zugegen gewesen wären.

Die folgenden Resultate werden die Analyse dieses Aethers vollständig machen. Bei vier Versuchen, die auf die gewöhnliche Weise angestellt wurden, erhielten wir:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Von $0^g,100$ Salpeteräther | . . | 74,7 | Kubikcentimet. Kohlensäure und Stickgas bei $0^\circ$ C. und $0^m,76$ |
| - 0,100 - - | . . | 75,5 | - - - |
| - 0,100 - - | . . | 75,8 | - - - |
| - 0,100 - - | . . | 75,2 | - - - |

was nach dem obigen Verhältnisse 60 Kubikcentimeter Kohlensäure und 15 Kubikcentimeter Stickgas giebt.

Anderseits haben wir das bei dieser Verbrennung gebildete Gas gesammelt. Dieſs Wasser wurde entweder mit Chlorcalcium aufgefangen oder in Röhren condensirt, die bis $-12^\circ$ C. erkaltet waren. Bei gut geleiteten Versuchen war es niemals sauer noch alkalisch.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $0^g,100$ Salpeteräther | gaben | $0^g,062$ | Wasser |
| 0,100 - - | - | 0,063 | - |
| 0,100 - - | - | 0,062 | - |
| 0,100 - - | - | 0,061 | - |

Aus diesem und den vorhergehenden Resultaten folgt, daſs der Salpeteräther gebildet ist aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 32,69 |
| Stickstoff | 19,00 |
| Wasserstoff | 6,85 |
| Sauerstoff | 41,46 |
| | 100,00 |

Welche Resultate in Volumina umgewandelt, geben:

| | | |
|---|---|---|
| 4 Vol. Kohlenstoffdampf<br>1 Vol. Stickgas . . . .<br>5 Vol. Wasserstoff . .<br>2 Vol. Sauerstoff . . . | wonach man erhält | Kohlenstoff 32,02<br>Stickstoff 18,83<br>Wasserstoff 6,65<br>Sauerstoff 42,50 *). |

Unter einem andern Gesichtspunkt betrachtet, giebt diese Analyse offenbar für die Zusammensetzung des Schwefeläthers:

4 Vol. Kohlenstoffdampf
5 Vol. Wasserstoffgas } 1 Vol. Aetherdampf
0,5 Vol. Sauerstoffgas

1 Vol. Stickgas
1,5 Vol. Sauerstoffgas } 1 Vol. Salpetrichter Säure?

Diefs unerwartete Resultat wird vollends durch die noch folgenden Resultate bestätigt.

*Essigäther.* Als wir die von den verschiedenen Operationen herstammenden Aetherportionen, fanden wir für ihre Zusammensetzung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . | 54,820 . . . | 53,06 . . . | 53,95 |
| Sauerstoff . . . . | 36,425 . . . | 38,25 . . . | 37,33 |
| Wasserstoff . . . | 8,755 . . . | 8,69 . . . | 8,72 |

*) Es ist bemerkenswerth, dafs die Analyse, bei welcher Hr. Thénard die Zersetzung in einem Porzellanrohr vornahm, fast genau mit unseren Resultaten übereinstimmt. Dieser berühmte Chemiker hat nämlich gefunden (*Mém. d'Arcueil, T. II. p.* 367.):

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 28,65 |
| Stickstoff | 14,49 |
| Wasserstoff | 8,54 |
| Sauerstoff | 48,52 |

Nach den gegenwärtig für die Zusammensetzung der Kohlensäure und des Wassers angenommenen Verhältnissen neu berechnet, würde diese Analyse mehr Kohlenstoff und weniger Wasserstoff geben. Doch weicht sie, nachdem diese Correctionen gemacht sind, so wenig von dem berechneten Resultate ab, dafs man nicht genug bewundern kann, mit welcher Geschicklichkeit Hr. Thénard alle die Schwierigkeiten, die mit seinem verwickelten Verfahren verbunden waren, zu überwinden gewufst hat.

Resultate, die offenbar vorstellen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16 Vol. Kohlenstoffdampf | denn in dieser Annahme hat man: | Kohlenstoff | 54,65 |
| 16 Vol. Wasserstoff . . | | Wasserstoff | 36,28 |
| 4 Vol. Sauerstoff . . . | | Sauerstoff | 9,07 |

Man kann sich also den Essigäther zusammengesetzt denken, aus einem Atome Schwefeläther, $H^{10}C^8O$, und einem Atome Essigsäure, $H^6C^8O^3$.

Man wird bemerken, dafs der Essigäther 54 Proc. Kohlenstoff enthält, wogegen im Alkohol nur 52 Proc. und in der Essigsäure höchstens 49 Proc. enthalten sind.

*Benzoeäther.* Die Analyse dieses Aethers bietet einige Schwierigkeiten dar. Da nämlich sein Dampf eine sehr grofse Dichte besitzt, und er eine beträchtliche Menge von Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, so entgeht sehr oft ein Theil desselben der Zersetzung. Man erkennt diefs aber ganz leicht an dem Geruch, den alsdann die Gase oder das condensirte Wasser behalten haben, und oft selbst an dem Erscheinen von Oelstreifen in den erkalteten Theilen des Apparats. Diese Erscheinungen sind immer mit einem zu geringen Verhältnifs von Kohlenstoff bei der Analyse begleitet. Stellen sie sich aber nicht ein, so sind die Mengen des Kohlenstoffs constant und gerade so grofs, als sie es nach der Theorie, die aus der Zusammensetzung der vorhergehenden Aether abgeleitet ist, seyn müssen.

Die Resultate seiner Zerlegung sind folgende:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 73,32 |
| Sauerstoff | 19,10 |
| Wasserstoff | 7,87 |
| | 100,29 |

Wie bei den vorhergehenden Aetherarten, wird die Zusammensetzung dieses Aethers dargestellt durch ein Atom Benzoësäure $H^{12}C^{30}O^3$ plus ein Atom Schwefeläther $H^{10}C^8O$. In der That sind die Data der Analyse, in Volumina umgewandelt, folgende:

38 Vol. Kohlenstoffdampf
22 Vol. Wasserstoff
4 Vol. Sauerstoff

denn reducirt man diese Volumina auf Gewichte, so findet man:

| | berechnet | | beobachtet |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 72,69 | statt | 73,32 |
| Sauerstoff | 20,33 | - | 19,10 |
| Wasserstoff | 6,98 | - | 7,87 |
| | 100,00 | | 100,29 |

*Oxaläther.* Die Analyse dieses Aethers fiel bei mehrmaliger Wiederholung befriedigend aus. Durch die Leichtigkeit, mit welcher dieser Aether, wie man weiterhin sehen wird, sich durch Kali zerlegen läfst, eignet er sich am besten zum Erweise des Hauptresultats dieser Arbeit. Wir haben fast immer so viel Kohlenstoff in ihm gefunden, als im absoluten Alkohol; diefs würde durchaus unmöglich seyn, wenn er aus Oxalsäure und Alkohol gebildet wäre, weil die Säure 0,33 und der Alkohol 0,52 Kohlenstoff enthält.

Unsere Resultate sind folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . | 49,61 . . . | 48,95 |
| Wasserstoff . . . | 43,77 . . . | 44,09 |
| Sauerstoff . . . . | 6,62 . . . | 6,96 |
| | 100,00 | 100,00 |

Verwandelt man diese Zahlen in Volume, so erhält man offenbar:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 Vol. Kohlenstoffdampf | denn | Kohlenstoff | 49,42 |
| 10 Vol. Wasserstoff . | diese | Wasserstoff | 6,83 |
| 4 Vol. Sauerstoff . . . | geben | Sauerstoff | 43,75 |

Diefs giebt nothwendig für die Zusammensetzung des Oxaläthers ein Atom Schwefeläther $H^{10}C^{8}O$ und ein Atom Oxalsäure $C^{4}O^{3}$.

Das Hauptresultat dieser Analysen wird durch die Dichte der Dämpfe dieser Aether vollkommen bestätigt.

**Dichte des Dampfes der von uns untersuchten Aether.**

Die Dichte dieser Aether, ausgenommen die des Salpeteräthers, wurde nach dem Verfahren des Hrn. Gay-Lussac bestimmt. Wir haben viele Sorgfalt auf diese Versuche verwandt, in der Ueberzeugung, dafs sie, besser wie jede andere Methode, die wahre Zusammensetzung dieser Aether kennen lehren würden. Fehler in der ersten Decimalstelle sind bei solchen Versuchen unmöglich, und es ist wohl selten, dafs zwei Hypothesen Resultate liefern, die nur um eine Decimalstelle von einander abweichen.

Unsere Resultate über die Dichte des Salpeteräther-Dampfs sind folgende. In drei Versuchen, die bei gewöhnlicher Temperatur und unter einem Druck von $0^m,62$ bis $0^m,65$ gemacht wurden, erhielten wir 2,654 *), 2,626 und 2,628 für diese Dichte reducirt auf $0^m,76$ (und wahrscheinlich 0° C.), die der Luft als Eins gesetzt.

Nähme man an, dafs der Salpeteräther aus Alkohol und salpetrichter Säure gebildet wäre, so würde keine Hypothese gleichzeitig die Bedingungen erfüllen können, die aus der Analyse und der Dichte des Dampfes hervorgehen.

Nimmt man dagegen an, dafs der Salpeteräther aus Schwefeläther und salpetrichter Säure in den vorhin genannten Verhältnissen zusammengesetzt ist, so findet man:

| | |
|---|---|
| 2 Vol. Schwefelätherdampf | =5,1664 |
| 3 Vol. Sauerstoffgas . . . | =3,3078 |
| 2 Vol. Stickgas . . . . . | =1,9514 |
| | 10,4256. |

Da nun $\frac{10,4256}{4}$=2,6064 ist, und wir, nach dem Mittel aus den beiden am besten gelungenen Versuchen,

*) Die erste dieser Zahlen ist etwas fehlerhaft, und zwar wegen der Einwirkung des Salpeteräthers auf den Kitt des Ballons. Bei den beiden folgenden Versuchen hatte man sich sorgfältig gegen diesen Fehler verwahrt.

2,627 gefunden haben; so führt uns dieſs zu dem Schluſs, daſs der Salpeteräther gebildet ist aus einem Volumen Schwefeläther und wahrscheinlich einem Volumen salpetrichter Säure, ohne Condensation.

*Essigäther.* Die Dichte seines Dampfs, auf 0° und $0^m,76$ reducirt, ist 3,067. Nach den vorhin angeführten Datis, giebt die Rechnung:

| | |
|---|---|
| 16 Vol. Wasserstoff | =1,1008 |
| 16 Vol. Kohlenstoff | =6,7520 |
| 4 Vol. Sauerstoff | =4,4104 |
| | 12,2632. |

Nun ist $\frac{12,2632}{4}=3,0658$, was mit dem erhaltenen Resultate vollkommen übereinstimmt.

*Benzoëäther.* Die Dichte seines Dampfs bestätigt diese Resultate völlig. Wir haben dieselbe durch Versuche, bei 0° und $0^m,76$, gleich 5,409 gefunden. Berechnet man sie nach der früher gegebenen Analyse, so findet man:

| | |
|---|---|
| 38 Vol. Kohlenstoffdampf | =16,036 |
| 22 Vol. Wasserstoff . . . | = 1,5136 |
| 4 Vol. Sauerstoff . . . . | = 4,4104 |
| | 21,9600. |

Nun ist $\frac{21,9600}{4}=5,49$, eine Zahl, die sich wenig von der gefundenen entfernt.

*Oxaläther.* Beim ersten Versuch fanden wir die Dichte des Oxalätherdampfs =5,042, bei 0° und $0^m,76$. Ein zweiter, mit gröfseren Mengen und besonderer Sorgfalt angestellt, gab 5,087. Darnach würde das Gewicht eines Litres dieses Dampfes $6^g,609$ seyn, bei 0° und $0^m,76$.

Nun hat man durch Rechnung:

| | | |
|---|---|---|
| 10 Vol. | Wasserstoff | =0,688 |
| 12 Vol. | Kohlenstoff | =4,410 |
| 4 Vol. | Sauerstoff | =5,064 |
| | | 10,162. |

Aber $\frac{10,162}{2}=5,081$. Diese Zahl nähert sich der durch den Versuch erhaltenen in dem Grade, dafs man die Richtigkeit des Gesichtspunkts, unter welchem die Rechnung angestellt wurde, nicht bezweifeln darf.

### Zerlegung der von uns untersuchten Aether durch Kali.

Unstreitig hätten wir uns zur Aufstellung des Hauptgegenstandes dieser Abhandlung mit den obigen Analysen begnügen können. Allein, wenn auch das Verhältnifs von Säuren und Basis für den Salpeteräther nicht zweifelhaft ist, da es unmittelbar durch das Verhältnifs vom Stickstoff zum Kohlenstoff gegeben wird; so mufs man doch gestehen, dafs, für die drei andern Aether, diefs Verhältnifs sich nur auf Versuche gründet, deren Genauigkeit nicht erweisbar ist.

Wir haben daher gesucht unsere Schlüsse durch einfache und directe Versuche zu erweisen, wie durch die Zersetzung mittelst wasserhaltiger oder wasserfreier Basen. Es haben sich uns dabei sonderbare Erscheinungen gezeigt, die wir jetzt genau beschreiben werden. Wir nehmen den Oxaläther als Muster. Er ist derjenige, dessen Studium in dieser Beziehung die wenigsten Schwierigkeiten darbietet. Unsere Versuche mit den übrigen Aetherarten sind zwar noch unvollständig, aber doch so weit vorgerückt, dafs wir uns berechtigt glauben, die hier angeführten Thatsachen zu verallgemeinern.

Man wird sehen, dafs sie möglichst gut mit den vorhergehenden übereinstimmen.

3ᵍ,616 Oxaläther in Alkohol gelöst und mit reinem Kali behandelt, wurden schnell zersetzt. Die Flüssigkeit, nach Verdünnung mit Wasser durch reine Salpetersäure gesättigt, trübte sich nicht. Nun setzte man ihr Chlorcalcium in geringem Ueberschufs hinzu. Der oxalsaure Kalk wurde gesammelt, gewaschen und über Feuer zersetzt, und der Rückstand, nachdem er in Gyps verwandelt worden, sorgfältig bis zum Rothglühen erhitzt. Der letztere wog 3ᵍ,365.

100 Th. Oxaläther enthalten demnach 48,98 Oxalsäure.

7ᵍ,348 Oxaläther, die 24 Stunden lang mit einer concentrirten Lösung von reinem kaustischen Kali in Berührung gelassen worden, wurden vollständig zersetzt. Man brachte die Flüssigkeit in eine Retorte, welche trocknes basisch kohlensaures Kali enthielt, spülte die Flasche, welche die Flüssigkeit enthalten hatte, mit Wasser aus und gofs dasselbe ebenfalls in die Retorte, worauf man nun das Ganze möglichst vorsichtig, um keinen Verlust zu erleiden, der Destillation unterwarf. Man sammelte hiebei 18ᵍ,277 einer alkoholischen Flüssigkeit, deren Dichte 0,970 bei 10° C. betrug, und die folglich 0,25 absoluten Alkohols enthielt.

100 Th. Oxaläther gaben also 62,18 absoluten Alkohol. Man hat demnach:

48,98 Oxalsäure
62,18 Alkohol

111,16.

Das heifst, die Analyse gab einem Ueberschufs von 11,16. Diesen kann man nur dem Wasser zuschreiben, welches sich im Moment der Trennung mit einem der Körper verbunden hat. Da nun die Oxalsäure kein Wasser enthalten konnte, so ist klar, dafs dasselbe vom Alkohol aufgenommen seyn mufste. Die Rechnung beweist, dafs es in diesem in einem solchen Verhältnisse enthalten

ist, dafs derselbe, wenn es abgezogen wird, in Schwefeläther zurückgehen würde. Denn es ist:

| | beobachtet | berechnet |
|---|---|---|
| Oxalsäure | 48,98 | 49,28 |
| Schwefeläther | 50,06 | 50,72 |
| Wasser | 12,12 | 12,24 |
| | 111,16 | 112,24. |

Wir finden also durch die Analyse bis auf ein Hundertel die Resultate wieder, welche durch die Rechnung vorgesehen wurden, und wir glauben daher, dafs nach diesem keine Ungewifsheit hinsichtlich unserer Bestimmungen übrig geblieben seyn kann.

Wie schon gesagt, haben wir auch gesucht den Benzoëäther und die übrigen zusammengesetzten Aetherarten durch Kali zu zersetzen, um diese neue Probe den bereits zu Gunsten unserer Meinung angeführten hinzufügen zu können; allein, abgerechnet, dafs das Kali äufserst langsam auf dieselben wirkt, und man zur Begünstigung seiner Einwirkung einen Ueberschufs von ihm hinzusetzen mufs, bilden auch die Benzoë- und Essigsäure keine ganz unlösliche Salze, so dafs wir Mühe gehabt haben diese Säuren quantitativ zu bestimmen. Da die Resultate, zu denen wir gelangten, niemals mit einander übereinstimmten, so versuchten wir unsere Hypothese dadurch zu verificiren, dafs wir den Oxaläther einem Verfahren unterwarfen, wodurch wir hoffen konnten, den Schwefeläther selbst abzuscheiden. Das Ammoniakgas, welches den Oxaläther augenblicklich zersetzt, schien uns diesen Zweck zu erfüllen, und damit die Frage, ob der Oxaläther Alkohol oder Schwefeläther enthalte, leicht entschieden zu seyn, da bei diesem Versuche kein Wasser gebraucht wird.

Eine ungewogene Menge Oxaläther wurde einem Strome von Ammoniakgas ausgesetzt, und dadurch bald gänzlich in ein weifses Salz umgewandelt, welches wir für oxalsaures Ammoniak hielten. Das flüssige Product,

welches bei dieser Reaction entstanden war, blieb mit dem Salze gemengt; nachdem dasselbe durch eine gelinde Hitze, verbunden mit der Wirkung des Ammoniakgas-Stromes, ausgetrieben und von dem beigemengten Ammoniak befreit worden war, fanden wir zu unserm grofsen Erstaunen, dafs diefs Product Alkohol war. Jedoch schien uns auch zugleich, dafs die Quantität desselben weit geringer war, als sie es nach der Menge des angewandten Oxaläthers hätte seyn müssen. Wir waren, wie leicht zu denken, sehr erstaunt über dieses Resultat. Es blieben uns nur zwei, gleich unwahrscheinliche Voraussetzungen übrig. Erstlich, dafs unsere analytischen Resultate und unsere Bestimmungen der Dichte der Dämpfe durchaus ungenau seyen; und zweitens, dafs sich bei diesem Versuch das zur Bildung des Alkohols nöthige Wasser gebildet habe. Im letzteren Falle hätte sich Stickgas und Kohlenoxydgas entwickeln müssen; allein, als der Versuch in verschlossenen Gefäfsen angestellt wurde, zeigte sich, dafs die Reaction ohne Entwicklung von Gas geschah.

Ueber diese sonderbaren Thatsachen nachdenkend, und überzeugt von der Genauigkeit unserer früheren Versuche, haben wir unbedenklich den Schlufs gemacht, dafs das Ammoniak bei seiner Einwirkung auf den Oxaläther ein Salz bilde, das aus aller Oxalsäure, aus der Hälfte des Doppelt-Kohlenwasserstoffs und aus Ammoniak zusammengesetzt sey, während die andere Hälfte des Doppelt-Kohlenwasserstoffs, mit Wasser vereinigt, Alkohol erzeuge.

Diese Annahme war leicht zu prüfen. Denn in diesem Falle durfte man aus einer gegebenen Menge Aether durch Behandlung mit Kali nur die Hälfte des Alkohols gewinnen können, und überdiefs mufste das zurückbleibende Salz in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung sehr von dem oxalsauren Ammoniak abweichen.

Dieser Schlufs ist durch die Erfahrung vollkommen bestätigt worden.

25 Gramm. reinen Oxaläthers wurden in eine Tubulatretorte gebracht. In der Tubulatöffnung steckte ein kleines Rohr, wodurch trocknes Ammoniakgas zum Aether geführt wurde, und der ausgezogene Hals der Retorte ging in ein erkaltetes Rohr, worin der entwickelte Alkohol sich verdichten mufste. Nachdem man den Ammoniak-Strom einige Stunden lang unterhalten hatte, erhitzte man die Retorte in einem Wasserbade, bis sie völlig trocken geworden war. Sie enthielt nun 19$^{g}$,668 Salz; die alkoholische Flüssigkeit war sehr ammoniakalisch; man sättigte sie mit verdünnter Schwefelsäure, und destillirte sie darauf zur Trockne, um den reinen Alkohol zu erhalten. Man erhielt dadurch 14$^{g}$,600 Weingeist von 0,908 Dichte bei 12° C. Da der Alkoholgehalt hierin 54 Proc. beträgt, so hatte man also 7$^{g}$,884 absoluten Alkohol erhalten.

Wir erhielten also durch Ammoniak 31,536 Alkohol aus 100 Aether; während wir durch Kali aus derselben Menge 62,18, d. h., wie wir auch vorausgesehen, das Doppelte, erhalten hatten.

Anderseits mufs das neutrale oxalsaure Ammoniak enthalten: 1 Atom Oxalsäure und 4 Volumina Ammoniak, nämlich:

4 Vol. Kohlenstoffdampf.
5 Vol. Sauerstoff.
6 Vol. Wasserstoff.
2 Vol. Stickstoff.

Bei seiner Verbrennung mufs man also 2 Vol. Kohlensäure gegen 1 Volumen Stickgas erhalten, wie bei der Verbrennung von Cyangas. In der That hat auch Herr Döbereiner gezeigt, dafs das oxalsaure Ammoniak so zusammengesetzt ist, dafs es sich unter Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure in Wasser und Cyan zersetzt.

Das Salz, welches wir erhalten hatten, mufste also ganz anders zusammengesetzt seyn; denn es war ebenfalls neutral, und mufste, aufser den Elementen des vor-

hergehenden, die beiden vom Aether abgegebenen Volumina Doppelt-Kohlenwasserstoff enthalten. Dadurch mufste das Verhältnifs des Stickstoffs zum Kohlenstoff, dem Volumen nach, wie 4:1 (wie 1:8? *P.*) werden.

Wir haben diefs Verhältnifs mit der gröfsten Sorgfalt mittelst Kupferoxyd bestimmt, und dabei immer genau 8 Vol. Kohlensäure auf 1 Vol. Stickgas erhalten. Die Resultate waren so scharf, dafs diefs Verhältnifs uns nicht einen einzigen Augenblick zweifelhaft geschienen hat. Es läfst sich nur durch die Annahme erklären, dafs dieses Salz, obgleich es neutral ist, dennoch nur die Hälfte des Ammoniaks enthält, welches zur Sättigung der vorhandenen Oxalsäure erfordert wird.

Hier die Endresultate dieses merkwürdigen Versuchs, berechnet auf 100 Th. Oxaläther.

| | berechnet | | beobachtet |
|---|---|---|---|
| Alkohol . . . . . | 31,48 | Alkohol | 31,536 |
| Oxalsäure . . . . . | 49,28 | Gesammtes Salz | 78,672 |
| Doppelt-Kohlenwasserstoff | 19,24 | | |
| Ammoniak . . . . . | 11,75 | | |
| | 111,75 | | 110,208. |

Die beobachteten Resultate kommen den berechneten so nahe wie nur möglich, und überdiefs ist die Zusammensetzung des Salzes bestimmt; denn man weifs, dafs es alle Oxalsäure des Oxaläthers enthält, eben so viel Doppelt-Kohlenwasserstoff wie der Alkohol, und endlich so viel Ammoniak, als sich aus dem angegebenen Verhältnifs von Stickstoff zum Kohlenstoff ergiebt.

Dieses Salz nähert sich offenbar durch seine Zusammensetzung den schwefelweinsauren Salzen *), deren

*) Wir betrachten es als oxalweinsaures Ammoniak, oder vielmehr als ein oxalsaures Doppelsalz von Doppelt-Kohlenwasserstoff und Ammoniak. Die Oxalweinsäure würde ein doppeltoxalsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff seyn, eben so wie die schwefelweinsauren Salze schwefelsaure Doppelsalze von Doppelt-Kohlenwasserstoff und den verschiedenen Salzbasen seyn werden, und die Schwefelweinsäure ein doppelt-schwefelsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff.

fettiges Ansehen es auch besitzt, weicht aber durch seine Löslichkeit ganz von ihnen ab. Denn das Wasser löst in der Kälte sehr wenig auf, in der Wärme zwar etwas mehr, aber doch weit weniger als vom oxalsauren Ammoniak. Vom Alkohol dagegen wird es reichlicher gelöst und in ziemlich schönen Krystallnadeln abgesetzt. In allen Fällen fällt eine kalte oder heifse Lösung desselben *weder die Kalksalze noch die Bleisalze.* Es scheint auch nicht auf die übrigen Metalllösungen zu wirken; doch ist vielleicht die geringe Löslichkeit dieses Salzes Ursache davon. In der Wärme entwickelt der Baryt Ammoniak daraus und bildet ein wenig lösliches Salz, welches aber doch durch Concentration der Flüssigkeit krystallisirbar ist. Durch Hitze zersetzt, scheint es sich zum Theil zu sublimiren, ohne *kohlensaures Ammoniak* zu geben, während ein kleiner Theil zersetzt wird, einen Rückstand von Kohle hinterläfst und Spuren von Cyanwasserstoffsäure giebt.

Uebrigens werden das Studium dieses Salzes, der darin enthaltenen Säure und der verschiedenen Arten dieser neuen Gattung nothwendig Gegenstand einer besonderen Abhandlung ausmachen, in welcher wir die Zusammensetzung und Eigenschaften desselben ausführlicher darstellen werden, so wie auch die der analogen Körper, welche die anderen, uns beschäftigenden Aetherarten aller Wahrscheinlichkeit nach bilden werden.

Indem wir diese Abhandlung beschliefsen, erlauben wir uns einige aus derselben hervorgehende oder sich auf dieselbe beziehende Ideen der Akademie aus einander zu setzen.

Das unmittelbarste Resultat unserer Untersuchungen besteht darin, den Schwefeläther als eine Salzbase, und den Alkohol als ein Hydrat des Aethers zu betrachten. Man erhält so für dieZusammensetzung dieser beiden Körper:

1 Vol. Aetherdampf } 2 Vol. Doppelt-Kohlenwasserstoff.
} 1 Vol. Wasserdampf.

1 Vol. Alkoholdampf $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ Vol. Aetherdampf.} \\ \frac{1}{2} \text{ Vol. Wasserdampf.} \end{array} \right.$

Was den Salpeter-, Essig- und Benzoë-Aether betrifft, so ist sehr wahrscheinlich, dafs sie bestehen aus:

$\frac{1}{2}$ Vol. Schwefelätherdampf.
$\frac{1}{2}$ Vol. Säuredampf.

Der Oxaläther macht eine Ausnahme, denn er enthält:

1 Vol. Schwefelätherdampf.
1 Vol. Säuredampf.

Aber sie alle, verglichen mit dem Alkohol, weichen nur darin von diesem ab, dafs das Volumen des Säuredampfs durch ein gleiches Volumen Wasserdampf ersetzt ist.

Es giebt indefs einen anderen, weit allgemeineren Gesichtspunkt für die Zusammensetzung dieser Körper. Er besteht darin, dem Doppelt-Kohlenwasserstoff selbst einen alkalischen Charakter beizulegen; man ist dadurch im Stande, die verschiedenartigsten Verbindungen dieser Ordnung mit einem einzigen Blick zu übersehen. Wir legen einigen Werth auf diesen Gesichtspunkt, und sind veranlafst ihn wegen seiner Einfachheit dem bereits angegebenen vorzuziehen.

Es fragt sich nun, ob das Doppelt-Kohlenwasserstoffgas wirklich den alkalischen Charakter besitzt, den wir ihm beigelegt haben; indefs scheinen uns die folgenden Beweise keinen Zweifel in dieser Beziehung übrig zu lassen.

Das Salz, welches wir durch Behandlung des Oxaläthers mit Ammoniak bekommen haben, enthält 2 Vol. Ammoniak und 2 Vol. Doppelt-Kohlenwasserstoffgas, welches letztere die 2 Vol. Ammoniakgas ersetzen, die zur Vervollständigung des neutralen oxalsauren Ammoniaks erforderlich sind. Der Doppelt-Kohlenwasserstoff besitzt also genau dieselbe Sättigungscapacität wie das Ammoniak.

Im Chlorwasserstoff- und Jodwasserstoff-Aether ist ein Volumen Säuregas gesättigt durch ein Volumen Dop-

pelt-Kohlenwasserstoffgas, eben so wie in dem neutralen chlorwasserstoffsauren und jodwasserstoffsauren Ammoniak, Säure und Base zu gleichem Volumen verbunden enthalten sind. Die Sättigungscapacität ist also auch hier dieselbe.

Ein Atom der salpetrichten Säure, der Essig-, Benzoë- oder Oxalsäure sättigt 4 Volumina Ammoniak. Nun ist in den aus diesen Säuren gebildeten Aethern 1 Atom von jeder derselben durch 4 Volumina Doppelt-Kohlenwasserstoff gesättigt. Also ist auch hier die Sättigungscapacität dieselbe.

Endlich findet man in den schwefelweinsauren Salzen, welche man beliebig, entweder aus Unterschwefelsäure, Weinöl und einer Basis, oder aus Schwefelsäure, Doppelt-Kohlenwasserstoff und einer Basis zusammengesetzt betrachten kann, nach der letzten Hypothese, dafs 1 Atom Schwefelsäure genau durch 4 Volumina Doppelt-Kohlenwasserstoff gesättigt ist, wie dasselbe von 4 Vol. Ammoniakgas gesättigt seyn würde. Die Sättigungscapacität wiederholt sich also auch hier genau auf gleiche Weise.

Fährt man fort, den Doppelt-Kohlenwasserstoff mit dem Ammoniak zu vergleichen; so sieht man, dafs die letztere Base bei ihrer Verbindung mit Wasserstoffsäuren stets wasserfreie Salze giebt, während sie mit Sauerstoffsäuren immer Salze mit Krystallwasser liefert, von dem dieselben sehr schwer zu befreien sind, ohne dafs sie nicht eine anfangende Zersetzung erleiden.

Dieselben Kennzeichen finden sich auch bei den Verbindungen des Doppelt-Kohlenwasserstoffs mit den Säuren. Die Wasserstoffsäuren bilden sämmtlich wasserfreie Aether, d. h. Verbindungen von reiner Säure und Doppelt-Kohlenwasserstoff. Das sind bis jetzt der Chlorwasserstoff- und Jodwasserstoff-Aether.

Die Sauerstoffsäuren dagegen bilden Aether-Hydrate, d. h. Verbindungen von Doppelt-Kohlenwasserstoff, Säure und Wasser.

Dieser letzte Gesichtspunkt umfafst, wie man sieht, anscheinend sehr unähnliche Verbindungen. Unglücklicherweise hat man gegenwärtig keine Mittel, den Werth desselben direct zu bestimmen. Da das Doppelt-Kohlenwasserstoffgas nicht löslich ist im Wasser, so kann es nicht auf das Lackmus- und Veilchen-Pigment wirken, welche gewöhnlich als Reagenzien für die Alkalien gebraucht werden. Man könnte noch entgegnen, dafs die Aether, wenn sie Salze wären, mit den gewöhnlichen Salzen doppelte Zersetzungen geben müfsten, welche man doch nicht beobachtet hat; allein diese Erscheinungen sind in ihrem Detail zu wenig bekannt, als dafs sie einen gegründeten Einwurf abgeben können, da der Mangel an Wirkung Folge der Erzeugung von löslichen, den schwefelweinsauren Salzen ähnlichen Verbindungen seyn kann.

Allein dennoch schmeicheln wir uns der Hoffnung, dafs die hier erörterte Meinung angenommen werde; denn ist nicht das beste aller Kennzeichen einer Base die Eigenschaft, den sauren Charakter eines damit begabten Körpers zu zerstören? und findet man wohl offenbar neutralere Salze als die Aether? Ueberdiefs kann ihre Flüssigkeit oder Gasförmigkeit bei dieser Frage nicht in Betracht kommen; denn es giebt Ammoniaksalze, die flüssig sind, und das cyanwasserstoffsaure Ammoniak ist nahe daran gasförmig zu seyn.

Die von uns beobachteten sonderbaren Umwandlungen des Aethers in Alkohol und des Alkohols in Aether würden wahrscheinlich ohne Widerspruch angenommen werden, wenn wir sie durch ein schlagendes und unbestreitbares Beispiel unterstützen könnten. Ein solches finden wir unter den merkwürdigen Untersuchungen des Hrn. Chevreul über die fetten Körper.

Diese Körper scheinen uns die gröfste Aehnlichkeit mit den von uns untersuchten zusammengesetzten Aethern zu besitzen. Wie diese, sind sie aus einer organischen Basis und einer Säure zusammengesetzt; wie diese, wer-

den sie durch Einwirkung der Alkalien zersetzt; wie diese endlich, haben sie zur Basis einen Stoff, welcher, bei seiner Trennung von der Säure, Wasser absorbirt, welches man ihm dann nicht mehr entziehen kann.

Diese Beziehungen sind dem Scharfblick des Hrn. Chevreul nicht entgangen; aber sie erhalten durch unsere Versuche einen hohen Grad von Evidenz und Interesse, indem die Bindung des Wassers, welche schon bei der Verseifung eintritt, sich hier unter denselben Umständen wieder findet. Wenn noch einige Zweifel über die Salz-Natur der Oele und Fette übrig geblieben wären, würde dieser Vergleich, wie uns scheint, hinreichend seyn, sie zu heben. Bis auf den Umstand, dafs die Synthese für jetzt die Oele mittelst der aus ihnen gezogenen Säuren und Basen nicht wieder zusammensetzen kann, entsprechen alle chemischen Kennzeichen derselben denen, welche wir bei unseren Aethern aufgefunden haben. Es ist in dieser Beziehung interessant, die Verseifung der *Cetine* z. B. mit der Behandlung des Oxaläthers mit Kali zu vergleichen. Die fetten Säuren und die Oxalsäure absorbiren bei ihrer Abscheidung Wasser, welches man ihnen nur entziehen kann, wenn man sie mit einer Basis behandelt. Die *Cetine* enthält Doppelt-Kohlenwasserstoff, welcher bei der Verseifung sich mit Wasser zur Bildung des *Ethal's* verbindet; der Oxaläther enthält Schwefeläther, welcher bei der Einwirkung des Kali's sich mit Wasser zur Bildung von Alkohol vereinigt. Die Aehnlichkeit läfst nichts zu wünschen übrig.

Endlich scheint der Gesichtspunkt, der aus unsern Resultaten hervorgeht, ein grofses Licht auf die Erscheinungen der geistigen Gährung zu werfen. Jedermann weifs, wie viele Untersuchungen diese sonderbare Umwandlung des Zuckers erregt hat, und Wenigen wird es unbekannt seyn, dafs es Hrn. Gay-Lussac gelungen ist, die Producte derselben auf die einfachste und zierlichste Weise darzustellen. Nach diesem berühmten Che-

miker wird der Zucker seiner Zusammensetzung nach durch Alkohol und Kohlensäure dargestellt. Die Gährung versetzt ihn in diesen neuen Zustand, indem sie seine Elemente unter dieser neuen Form vereinigt. Soll aber diese Hypothese annehmbar werden, so mufs man voraussetzen, dafs der Zucker 4 oder 5 Proc. Kohlenstoff enthält, die nicht wirken oder auf eine unbekannte Weise fortgeführt werden; denn es ist nicht denkbar, dafs ein Fehler in der Analyse des Zuckers vorhanden sey. Die Versuche der HH. Gay-Lussac und Thénard, Berzelius, Th. de Saussure und Eines von uns, stimmen zu gut mit einander überein, als dafs ein solcher Fehler im geringsten wahrscheinlich seyn sollte.

Die Theorie der Gährung, wie sie von Hrn. Gay-Lussac aufgestellt ist, läfst also einiges zu wünschen übrig; aber diefs ist nicht mehr der Fall, sobald man den Aether statt des Alkohols in der theoretischen Zusammensetzung des Zuckers annimmt. Dann wird die Uebereinstimmung zwischen der Theorie und der Erfahrung vollkommen, wie man sich leicht überzeugen kann. Nach der Analyse des Hrn. Berzelius ist nämlich der wasserfreie Zucker gebildet aus:

6 Vol. Kohlenstoffdampf.
5 Vol. Wasserstoff.
$2\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff.

Der Schwefeläther enthält:

4 Vol. Kohlenstoffdampf.
5 Vol. Wasserstoff.
$\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff.

Es bleiben also übrig:

2 Vol. Kohlenstoffdampf.
2 Vol. Sauerstoff.

Das heifst, der Zucker kann betrachtet werden als bestehend aus einem Volumen Aetherdampf und zwei Volume Kohlensäure; und daraus folgt, dafs bei seiner Gährung das Volumen Aetherdampf ein Volumen Was-

serdampf aufnimmt, um in Alkohol überzugehen. Wenn dem so ist, so mufs die Gewichtszunahme sehr beträchtlich und bestimmbar seyn. Auch haben wir uns vorgenommen, diese Erscheinung von Neuem mit der Aufmerksamkeit, welche sie verdient, und mit Hülfe der analytischen Methoden zu untersuchen, welche Lavoisier und dem Hrn. Thénard fehlten, als sie sich hiermit beschäftigten.

Es sey uns erlaubt bis dahin bemerklich zu machen, bis zu welchem Punkte unsere Erklärung mit den analytischen Datis übereinstimmt. Der einzige Unterschied, welcher zwischen den von uns angenommenen und den von Hrn. Berzelius gefundenen ist, betrifft den Wasserstoff. Nach ihm sind in dem Zucker 24 Vol. Kohlenstoffdampf, 10 Vol. Sauerstoff und 21 Vol. Wasserstoff. Wir nahmen von letzterem nur 20 Vol. an, und wurden darin durch die Untersuchungen der HH. Gay-Lussac und Thénard, so wie durch die vieler anderen Chemiker unterstützt, welche den Sauerstoff und Wasserstoff in dem zur Bildung von Wasser erforderlichen Verhältnisse im Zucker gefunden haben. Bemerken wir überdiefs, dafs dieser Fehler von $\frac{1}{21}$ im Wasserstoff ungefähr demjenigen proportional ist, welchen dieser so genaue Chemiker bei seiner Analyse der Oxalsäure begangen hat. Diese Betrachtungen mögen die Correction rechtfertigen, welche wir uns erlaubt haben, und sind keinesweges übertrieben, wenn es sich um Analysen von Hrn. Berzelius handelt, Analysen, deren ungemeine Genauigkeit sich mit jedem Tage bestätigt, und die eine so wichtige Epoche in der Geschichte der Chemie ausmachen.

Der Trauben- und Stärkmehlzucker scheinen vor allem darin vom Rohrzucker abzuweichen, dafs sie sich wirklich als aus Kohlensäure und Alkohol zusammengesetzt betrachten lassen.

Denn nach der Analyse des Hrn. Th. de Saussure enthalten diese Zucker $C^6 H^7 O^{3\frac{1}{2}}$, welche man auch so

darstellen kann: $H^6 C^6 O^3 + H O \frac{1}{2}$, wobei das halbe Atom Wasser als Krystallwasser angenommen ist. Es bleibt dann

$$H^6 C^6 O^3 = C^2 O^2 + (H^4 C^4 + H^2 O),$$

d. h. der Stärkmehlzucker kann dargestellt als zusammengesetzt aus gleichen Volumen Kohlensäure und Alkohol.

Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich der Rohr- und Stärkmehlzucker als zwei Arten von kohlensaurem Kohlenwasserstoff ansehen, die nur darin von einander verschieden sind, dafs die erste zwei Mal so viel Krystallwasser enthält als die letztere.

Wir glauben und hoffen, dafs diese Betrachtungsweise mehr wie irgend eine andere geeignet ist, die wesentlichen Kennzeichen beider Zuckerarten zu erklären; auch scheint sie uns mehr als irgend eine andere als Richtschnur pafslich, nicht blofs bei den Versuchen, durch welche man die chemischen Eigenschaften derselben kennen lehren könnte, sondern auch bei der Erklärung der dadurch erhaltenen Resultate. Wir hoffen übrigens dieses noch besser zu belegen, wenn wir die Arbeit über die Zuckerarten und die Gährung, mit der wir uns gegenwärtig beschäftigen, der Academie vorlegen werden.

Wir haben die sämmtlichen Thatsachen, welche diese Abhandlung einschliefst, in der folgenden Tafel zusammengestellt und zwar in Atomen-Formeln ausgedrückt, damit die Darstellung conciser sey. Man wird darin eine solche Aehnlichkeit zwischen dem Ammoniak und dem Doppelt-Kohlenwasserstoff bemerken, dafs wir zu der Hoffnung berechtigt sind, man werde unsere Meinungen als durch die Thatsachen vorgeschrieben ansehen. Unser einziger Wunsch ist, den Chemikern bei der Erörterung dieser Thatsachen und den Folgerungen aus ihnen eine Richtschnur zu geben; sollten wir uns irren, so wird die Zeit und die Erfahrung unsere Irrthümer berichtigen; beim gegenwärtigen Gesichtspunkte aber scheinen unsere Folgerungen fast abgedrungen zu seyn.

## Vergleichung der Verbindungen des Doppelt-Kohlenwasserstoffs mit denen des Ammoniaks.

| Namen der Verbindungen. | Basis. | Säure. | Wasser. |
|---|---|---|---|
| Chlorwasserstoffsaures Ammoniak . | $AzH^3$ | $2HCh$ | |
| Chlorwasserstoffsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff . (*Chlorwasserstoffäther*) . . . . . | $2H^2C^2$ | $2HCh$ | |
| Jodwasserstoffsaures Ammoniak . . . | $AzH^3$ | $2HJ$ | |
| Jodwasserstoffsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Jodwasserstoffäther*) | $2H^2C^2$ | $2HJ$ | |
| Wasserhaltiges salpetrichtsaures Ammoniak . . . . . | $2AzH^3$ | $\dddot{A}zAz$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. salpetrichtsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Salpeteräther*) . . . . . | $4H^2C^2$ | $\dddot{A}zAz$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. essigsaur. Ammoniak . . | $2AzH^3$ | $H^6C^4O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. essigsaur. Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Essigäther*) . . . | $4H^2C^2$ | $H^6C^4O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. benzoës. Ammoniak . . | $2AzH^3$ | $H^{12}C^{30}O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. benzoës. Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Benzoëäther*) . . | $4H^2C^2$ | $H^{12}C^{30}O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Oxalsaures Ammoniak, krystallisirt und getrocknet . . . . . | $2AzH^3$ | $C^4O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. oxalsaur. Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Oxaläther*) . . . . | $4H^2C^2$ | $C^4O^3$ | $\dot{H}H$ |
| Doppelt-schwefelsaures Ammoniak . | $2AzH^3$ | $2\dddot{S}$ | |
| Doppelt-schwefelsaur. Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Schwefelweinsäure*) | $4H^2C^2$ | $2\dddot{S}$ | |
| Doppelt-oxalsaures Ammoniak . . . . | $2AzH^3$ | $2C^4O^3$ | |
| Doppelt-oxalsaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Oxalweinsäure*) . . . | $4H^2C^2$ | $2C^4O^3$ | |
| Wasserhaltiges doppelt-kohlensaures Ammoniak . . . . . | $2AzH^3$ | $4\dot{C}$ | $\dot{H}H$ |
| Wasserhalt. doppelt-kohlens. Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Rohrzucker*) . | $4H^2C^2$ | $4\dot{C}$ | $\dot{H}H$ |

| Namen der Verbindungen. | Basis. | Säure. | Wasser. |
|---|---|---|---|
| Doppelt-wasserhalt. doppelt-kohlensaurer Doppelt-Kohlenwasserstoff (*Traubenzucker*) . . . . . | $4H^2C^2$ | $4\dot{C}$ | $2\dot{H}H$ |
| Achtel-Doppeltkohlenwasserstoff-Hydrat (*Ethal*) . . . . . | $16H^2C^2$ | . . . . . | $\dot{H}H$ |
| Halb-Doppeltkohlenwasserstoff-Hydrat (*Schwefeläther*) . . . . . | $4H^2C^2$ | . . . . . | $\dot{H}H$ |
| Doppeltkohlenwasserstoff-Hydrat (*Alkohol*) . . . . . | $4H^2C^2$ | . . . . . | $2\dot{H}H$ |
| Ammoniak-Flüssigkeit . . . . . | $AzH^3$ | . . . . . | $2\dot{H}H$ |

Man sieht, dafs alle in dieser Tafel aufgeführten Verbindungen, mit Ausnahme der Hydrate, einander genau entsprechen.

Die Ammoniakflüssigkeit dagegen enthält doppelt so viel Wasser als das Alkohol; dieſs läſst glauben, dafs man in dem mit Wasser verdünnten Alkohol irgend eine Eigenschaft entdecken werde, die zur Festsetzung einer der Ammoniakflüssigkeit entsprechenden Gränze geeignet sey.

Recht wünschenswerth wäre es, dafs die Chemiker die systematischen Namen annähmen, welche wir für die Aether vorgeschlagen haben. Es würde ein grofser Schritt zur Beförderung der organischen Chemie seyn. Freilich haben die Namen das Unbequeme, dafs sie ein weniger länger als die alten sind; allein sie machen es dadurch wieder gut, dafs sie ein getreues und niedliches Bild von den durch sie bezeichneten Verbindungen geben. Alle Personen, welche sich mit dem Studium der organischen Chemie beschäftigt, müssen eingesehen haben, wie beschwerlich und lästig dieses Studium dadurch ist, dafs aller Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung und dem Namen mangelt, wodurch man gehindert wird, den Verfolg einer Reihe von Erscheinungen mit Leichtigkeit zu übersehen.

Die Chemiker werden sich erinnern, dafs es Hrn. Faraday gelungen ist, den Doppelt-Kohlenwasserstoff direct mit concentrirter Schwefelsäure zu verbinden. Sie werden sich auch erinnern, dafs derselbe Chemiker zuerst die Meinung ausgesprochen hat, die Schwefelsäure werde von diesem oder den analogen Gasen gesättigt. Gerechterweise mufs man aber hinzusetzen, dafs diese Hypothese weniger die von Hrn. Faraday beobachteten Thatsachen und gemachten Analysen erklärt, als die des Hrn. Gay-Lussac, in dem Grade, dafs wir noch heute die Resultate seiner Analysen als den triftigsten Einwand betrachten, den man gegen unsere Ideen machen könnte. Das heifst, wenn die letzteren angenommen werden, halten wir uns berechtigt, den Beweis von ihnen als in der That uns angehörend zu betrachten.

### Folgerungen.

Aus den in dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen geht, wie uns scheint, hervor:

1. Dafs der Doppelt Kohlenwasserstoff die Rolle eines sehr mächtigen Alkali's spielt, welches an Sättigungscapacität dem Ammoniak gleich ist, und vielleicht die meisten Reactionen desselben zeigen würde, wenn es, wie dieses, im Wasser löslich wäre.

2. Dafs der Schwefeläther und Alkohol Hydrate vom Doppelt-Kohlenwasserstoff sind.

3. Dafs die zusammengesetzten Aetherarten Salze vom Doppelt-Kohlenwasserstoff sind, und zwar wasserfreie, wenn sie mit Wasserstoffsäuren, und dagegen wasserhaltige, wenn sie mit Sauerstoffsäuren gebildet sind.

4. Dafs mehrere Säuren, wie es scheint, im Stande sind mit dem Doppelt-Kohlenwasserstoff saure Salze zu bilden, entsprechend der Schwefelweinsäure. Diese sauren Salze, mit Basen vereinigt, geben Doppelsalze, die den schwefelweinsauren Salzen ähnlich sind.

5. Dafs der Aether im Momente seiner Freiwer-

dung sich oft in Alkohol verwandeln kann, unter verschiedenen Umständen, welche ihn Wasser absorbiren oder vielmehr Doppelt-Kohlenwasserstoff verlieren lassen.

6. Dafs, wie schon Hr. Chevreul angedeutet hat, eine offenbare Beziehung zwischen der Zusammensetzung der Fette und der der Aether vorhanden ist.

7. Und endlich, dafs alle Erscheinungen der Gährung mit den Analysen des Rohr- und Traubenzuckers in Uebereinstimmung kommen, wenn man diese Körper als Verbindungen von Kohlensäure, Doppelt-Kohlenwasserstoff und Wasser ansieht; dafs auch der Rohrzucker als kohlensaurer Schwefeläther und der Traubenzucker als kohlensaurer Alkohol betrachtet werden kann.

## VIII. *Octaëdrischer Borax.*

Wie bekannt krystallisirt das neutrale borsaure Natron (der Borax) gewöhnlich in Krystallen, die hinsichtlich ihrer Form zum zwei- und eingliedrigen (Weifs) oder tetartoprismatischen (Mohs) Systeme gehören, 10 Atome Krystallwasser enthalten und ein spec. Gewicht von 1,740 besitzen. Nach Hrn. Payen's Beobachtung (*Journ. de chim. medic.* 1828, *N. IV, p.* 153.) ist es indefs auch fähig in einer andern Form, mit geringerem Wassergehalte anzuschiefsen. Löst man nämlich in Wasser von 100° C. so viel Borax auf, dafs die Lösung eine Dichte von 1,246 bekommt, und läfst dieselbe langsam erkalten, so erhält man von 79° C. an, bis zu 56° C., Krystalle von octaëdrischer Form, welche nur 5 At. Krystallwasser enthalten, ein spec. Gewicht von 1,815 besitzen, härter sind wie gewöhnlicher Borax, und sich auch darin von diesem unterscheiden, dafs sie in Wasser oder feuchter Luft durch Absorption von Wasser trübe werden. Bei weiterer Erkaltung, unterhalb 56° C., giebt die Lösung wiederum die gewöhnlichen Krystalle. — Mehrere Beispiele von dem Einflusse der Temperatur auf die Krystallisation der Salze findet man übrigens in dem Aufsatze des Prof. Mitscherlich, Bd. 87. S. 323. dies. Annalen.

## IX. *Beobachtungen über die Ausdehnung des Meerwassers zwischen +8° und −3° R.; von G. A. Erman jun.*

Einige Beobachtungen, welche in den Polarregionen über die verhältnifsmäfsige Dichte und Temperatur des Meerwassers, an der Oberfläche und in grofser Tiefe, gemacht worden sind, scheinen die Hypothese zu begünstigen, dafs die Gewässer in einer beständigen Strömung begriffen seyen, unten von dem Pole zum Aequator und oben umgekehrt vom Aequator zu dem Pole. Es ist klar, dafs diese Hypothese oder jede andere, welche man an ihre Stelle setzen könnte, nothwendig und ausschliefslich von der Lösung der Aufgabe ausgehen mufs: *Ob das Meerwasser, wie das süfse Wasser, vor Erreichung seines Gefrierpunkts zu einem Maximum seiner Dichte gelange.*

De Luc, der Graf Rumford und Marcet haben diese Frage zuerst berührt. Die Zweifel, welche ihre Versuche übrig lassen, erklären sich leicht, wenn man ein Mifsverständnifs beachtet, zu welchem ihre Methoden Anlafs gegeben haben. Sie mafsen nämlich die Ausdehnung des Meerwassers in Thermometerröhren. Sobald nun in dem Behälter dieser Apparate die Bildung von Eis begann, wirkten die Ausdehnung dieses und die fortfahrende Zusammenziehung des noch flüssigen Theils in entgegengesetztem Sinne, und da hiedurch eine Compensation beider Wirkungen eintrat, so glaubte man, dafs bei dem Meerwasser wirklich ein Maximum, wenn gleich unterhalb 0°, vorhanden sey. Man hat sogar von diesem Satze bereits einige Anwendungen auf die Physik der Meere gemacht.

Es ist daher zweckmäfsig solche Methoden zu wählen, bei denen keine so verwickelte Wirkungen auftreten,

wie auch in der That bei dem freien Meerwasser, welches den eigentlichen Gegenstand dieser Aufgabe ausmacht, nicht der Fall ist.

Die ausführliche Auseinandersetzung der angewandten Methoden wird zeigen, dafs sie frei sind von den Einwürfen, welche man der thermometrischen Methode machen kann.

Vielleicht haben diese Untersuchungen sich einer besonderen Aufmerksamkeit der Physiker zu erfreuen, da sie auf Aufforderung des Hrn. Alexander von Humboldt unternommen worden sind.

Vier Methoden haben, abgerechnet einige geringe Unregelmäfsigkeiten, einstimmig das Resultat gegeben, *dafs in der Zusammenziehung des Meerwassers zwischen* $+8°$ *und* $-3°$ *R. keine Anomalie vorhanden ist.*

Diefs Resultat wurde erhalten:

1) Durch Wägungen mittelst einer vortrefflichen hydrostatischen Wage. Die zu untersuchende Flüssigkeit war in einem kaum 4 Kubikzoll fassenden Gefäfse enthalten und mit einer Kältemischung umgeben; durch öfteres Umrühren wurde sie vollkommen auf eine gleichförmige Temperatur gebracht.

2) Mittelst eines Nicholson'schen Aräometers, welches zur Controlle der Wägungen mit der Wage diente.

3) Nach der Hope'schen Methode durch Beobachtung der aufsteigenden Ströme.

4) Durch eine Methode, die meines Wissens in dieser Art noch nicht angewandt worden ist, und die mir eine grofse Genauigkeit mit der elegantesten Einfachheit zu vereinigen scheint. Sie erfordert nämlich blofs, dafs man das stufenweise Erkalten eines Thermometers beobachte, welches entweder in reines Wasser oder in die zu untersuchende Lösung eingetaucht ist.

I. Bestimmungen der hydrostatischen Wage.

Der eingetauchte Körper war eine Glaskugel.

Das absolute Gewicht derselben war . . . . 674$^{gran}$,424
Das Gew. im destillirten Wasser bei +12° R. 400,200
Das Gew. in einer Kochsalzauflös. bei +12° R. 392,940

Diefs giebt zunächst das specifische Gewicht der *untersuchten Lösung* =1,0270, wenn das des Wassers zur Einheit angenommen wird. Da nach Hrn. Berzelius das specifische Gewicht des Meerwassers zwischen 1,028 und 1,026 schwankt, so kann unsere Lösung als ein Meerwasser von mittlerer Dichte angesehen werden.

Die nachstehende Tafel enthält in der zweiten Kolumne die *Gewichtsabnahmen der Glaskugel*, welche den Temperaturen in der ersten Kolumne entsprechen. Die dritte Kolumne giebt die daraus hergeleiteten Dichten, berichtigt nach der von den HH. Dulong und Petit gegebenen kubischen Ausdehnung des Glases.

| Reaumur. Grad. | Gewichts-abnahme. | Spec. Gewicht das bei 0° R. = 1 gesetzt. |
|---|---|---|
| −3,10 | 284,36 | 1,00002 |
| −2,30 | 284,36 | 1,00002 |
| −0,20 | 284,34 | 1,00000 |
| 0,00 | 284,34 | 1,00000 |
| +0,88 | 284,28 | 0,99977 |
| +0,88 | 284,28 | 0,99977 |
| +1,50 | 284,26 | 0,99960 |
| +2,00 | 284,26 | 0,99960 |
| +2,20 | 284,24 | 0,99956 |
| +2,40 | 284,18 | 0,99928 |
| +2,60 | 284,16 | 0,99930 |
| +2,90 | 284,16 | 0,99926 |
| +3,10 | 284,16 | 0,99926 |
| +4,48 | 284,16 | 0,99922 |
| +6,22 | 284,16 | 0,99917 |
| +6,67 | 284,06 | 0,99880 |
| +7,11 | 284,04 | 0,99870 |
| +7,55 | 283,96 | 0,99844 |
| +8,00 | 283,96 | 0,99842 |
| +8,49 | 283,90 | 0,99818 |

Wendet man die Methode der kleinsten Quadrate hierauf an, so findet man für die Dichten die Gleichung:

$$d^{(t)} = 1 - 0{,}0001474.t - 0{,}000006026.t^2$$

wo $d^{(t)}$ die Dichte bezeichnet, welche der in Reaumur'schen Graden ausgedruckten Temperatur $t$ entspricht. Durch Differenziren der Gleichung überzeugt man sich, dafs zwischen den Gränzen der Beobachtung ($+8°$ und $-3°$) die Dichte kein Maximum erreichen kann. Die Gleichung giebt zwar ein Maximum für $-12°$ R.; allein es ist klar, dafs für so weit aufserhalb der Beobachtung liegende Temperaturen der analytische Ausdruck nicht mehr genau seyn kann.

Die obigen Gewichte und die aus ihnen abgeleiteten Dichten sind das Ergebnifs mehrerer Reihen von Beobachtungen, die hier ohne Unterschied und Ausnahme, nach den Temperaturen geordnet, zusammengestellt sind. Die Uebereinstimmung zwischen den Beobachtungen, welche gleichen Temperaturen entsprechen, kann zugleich die Vorzüglichkeit der Methode und die Zuverlässigkeit der erhaltenen Resultate beweisen.

Es ist sehr wichtig zu bemerken, dafs bei der Beobachtung, welche bei $-3°{,}00$ gemacht wurde, sich nicht die geringste Spur von Eis gebildet hatte, was nur dadurch möglich war, dafs man die Flüssigkeit in völliger Ruhe erhielt. Läfst man, nachdem einmal zwischen $-2°{,}3$ und $2°{,}5$ die Bildung von Eis an den Wänden des Gefäfses begonnen hat, die Kältemischung anhaltend auf die Lösung wirken, so schreitet die Eisbildung am Boden fort, ohne dafs dadurch die Wägungen gestört werden; allein der flüssig gebliebene und über dem Eise befindliche Theil der Lösung erreicht kein Maximum der Dichte, sondern verdichtet sich in's Unbestimmte, und die Incremente dieser Verdichtung sind sehr verschieden von denen, welche man zwischen $+8°$ und $-2°$ beobachtet. Unter solchen Umständen habe ich gesehen:

| Thermometer. | Gewichtsverlust der Glaskugel. | Specifisches Gewicht. |
|---|---|---|
| —2°22 | 285,$^{gr}$,06 | 1,00380 |

Das specifische Gewicht der Lösung bei 0° dabei als Einheit genommen. Diese anscheinend anomale Condensation erklärt sich sehr genügend durch die Eisbildung, welche die Lösung concentrirt hat.

### II. Bestimmungen mittelst des Nicholson'schen Aräometers.

Das angewandte Aräometer bestand aus einem Cylinder von Weifsblech, welches zur Abhaltung der chemischen Wirkung der Lösung überfirnifst worden war. Das absolute Gewicht desselben betrug 2130 Gran. Nach Lavoisier und Laplace beträgt die kubische Ausdehnung des Weifsblechs für einen Grad Reaumur 0,000045 des Volumens bei 0° R. Mit diesen Angaben sind die relativen Dichten der Kochsalzlösung aus den beobachteten Zulage-Gewichten berechnet, wie folgende Tafel zeigt:

| Temperatur. | Zulage-Gewichte. | Dichtigkeiten. |
|---|---|---|
| — 1°,0 | 631,90 | 1,00010 |
| 0,0 | 632,00 | 1,00000 |
| + 1,0 | 631,43 | 0,99976 |
| 2,0 | 630,75 | 0,99946 |
| 3,0 | 630,55 | 0,99936 |
| 4,0 | 630,40 | 0,99924 |
| 5,0 | 629,80 | 0,99900 |
| 6,0 | 629,25 | 0,99875 |
| 7,0 | 628,90 | 0,99857 |
| 8,0 | 628,25 | 0,99830 |
| 9,0 | 627,27 | 0,99789 |
| 10,0 | 626,89 | 0,99773 |
| 11,0 | 626,62 | 0,99758 |
| +12,0 | 626,15 | 0,99716 |

Wendet man die Methode der kleinsten Quadrate

zur Bestimmung der constanten Coëficienten an, so findet man für die Dichten die Gleichung

$$d^{(t)} = 1 - 0{,}0001841.t - 0{,}000004099.t^2$$

welche eine etwas stärkere Ausdehnung als die Methode der Wägungen geben würde. Es ist indefs sehr wahrscheinlich, dafs diese Verschiedenheit zwischen beiden Resultaten nur von den Temperaturen abhängt, welche man für die aräometrische Substanz vorausgesetzt hat. Wir haben nämlich, als wir das Aräometer wegen seiner Ausdehnung berichtigten, vorausgesetzt, dafs dasselbe gleiche Temperatur mit der Flüssigkeit hatte, obgleich es nicht sehr wahrscheinlich ist, dafs die Incremente der Temperatur, welche man der Flüssigkeit ertheilte, dem Aräometer augenblicklich mitgetheilt wurden.

Giebt man der Annahme den Vorzug, dafs das Aräometer während der ganzen Dauer des Versuchs eine gleichförmige Temperatur gehabt habe, so findet man die Gleichung:

$$d^{(t)} = 1 - 0{,}0001391.t - 0{,}000004109.t^2$$

welche, mit dem Resultate der hydrostatischen Wägung verglichen, nach der entgegengesetzten Seite neigt. Man sieht hieraus, dafs man in der Voraussetzung, das Aräometer sey bei steigender Temperatur um etwas gegen die Temperatur der Flüssigkeit zurückgeblieben, die Resultate beider Methoden *vollkommen* in Uebereinstimmung bringt.

### III. Bestimmungen nach der Hope'schen Methode.

Obgleich zur Zeit der Anstellung dieser Versuche die Atmosphäre nicht kalt genug war, um alle die sinnreichen Variationen, welche Hope angegeben hat, hervorzubringen; so steht doch zu hoffen, dafs die Folgerungen, welche sich aus den nachstehenden Beobachtungen ergeben, schon hinreichen werden, um die in Rede stehende Thatsache zu bestätigen.

*Erster Versuch.* Ein cylindrisches Gefäfs, 21 Z. hoch

und 3,1 Zoll im Durchmesser, wurde mit einer Kochsalzlösung gefüllt, die ein specifisches Gewicht von 1,027 und eine Temperatur von 6°,0 R. besafs. Man stellte drei Thermometer in das Gefäfs: No. I. am Boden, No. II. zehn Zoll oberhalb des Bodens und No. III. zwanzig Zoll oberhalb des Bodens, und setzte es nun der erkaltenden Wirkung der Atmosphäre aus, deren Temperatur +1° R. betrug. Die Thermometer No. I., II., III. wurden zuvor mit einander verglichen, so dafs die unten stehenden Zahlen von den Fehlern der Instrumente befreit anzusehen sind.

| | Thermometer. | | |
|---|---|---|---|
| Beobachtungszeit. | No. I. am Boden. | No. II. 10 Z. üb. d. Boden. | No. III. 20 Z. üb. d. Boden. |
| 1h 25′ | 5°,25 | 5°,11 | 5°,30 |
| 30 | 5,75 | 5,33 | 5,16 |
| 36 | 4,70 | 4,80 | 5,12 |
| 41 | 4,25 | 4,44 | 4,50 |
| 46 | 4,20 | 4,30 | 4,50 |
| 1h 57′ | 3,60 | 3,60 | 3,90 |
| 2h 5′ | 3,10 | 3,40 | 3,70 |
| 15 | 2,90 | 3,11 | 3,45 |
| 23 | 2,60 | 3,11 | 2,20 |
| 30 | 2,25 | 2,84 | 1,95 |
| 40 | 2,00 | 2,75 | 1,70 |
| 2h 52′ | 1,70 | 2,22 | 1,70 |

Ungeachtet der Beobachtungsfehler, die von Ablesungen unter ziemlich ungünstigen Umständen herrühren, sieht man:

dafs um 2h 5′ eine Schicht von 3°,70 *über* einer von 3°,10
und um 2h 15′ - - - 3°,45 - - - 3°,10

sich befand, so dafs ein Maximum der Dichtigkeit in der Nähe von 3°,50 sehr unwahrscheinlich wird; noch sprechender aber ist der Umstand, dafs die Erkältung von 3°,6 bis zu 1°,7 am Boden des Gefäfses mit nahe gleicher Schnelligkeit erfolgte, als die Erkältung von 5°,6

bis zu 3°,7. — Vorzüglich unter diesem letzteren Gesichtspunkt scheinen die zwei folgenden Beobachtungsreihen, welche eine unmittelbare Vergleichung des Verhaltens von süfsem Wasser und Salzwasser gestatten, von einigem Werthe zu seyn. Der oben beschriebene Cylinder wiederum mit den Thermometern in den früher angegebenen Höhen versehen, wurde in einem Zimmer, dessen Temperatur +12°,0 R. betrug, aufgestellt, und eine erkältende Mischung, bei —15°0 R. erhalten, umgab den untern Theil des Gefäfses.

*Zweiter Versuch. Cylinder mit heifsem Wasser.*

| | Temperatur | | |
|---|---|---|---|
| Beobachtungszeit. | am Boden. | in 10 Zoll Höhe. | in 20 Zoll Höhe. |
| 4h 20′ | 6°,00 | 11°,90 | 11,80 |
| 28 | 3,50 | 11,80 | 11,80 |
| 43 | 3,20 | 11,90 | 11,90 |
| 46 | 2,50 | 12,00 | 12,00 |
| 49 | 2,00 | nicht beobachtet | |
| 59 | 1,80 | 10,00 | 12,00 |
| 5h 12′ | 1,75 | 9,77 | 12,00 |
| 22 | 1,50 | 6,18 | 12,00 |
| 39 | 1,10 | 6,11 | 12,00 |
| 5h 52′ | 1,00 | 6,00 | — |
| 6h 30′ | 1,20 | 6,00 | — |

Freilich war bei diesem Versuch die Temperatur der oberen Schicht zu hoch (+12°,0 R.), als dafs dieselbe *unter* das durch fortgesetzte Erkältung ausgedehnte Wasser hätte sinken können, und daher wurde denn auch der Stand des obern Thermometers durch keine aufsteigende Strömung geändert. — Aber die in 10″ Höhe erfolgte Temperaturabnahme und die gänzliche Unbeweglichkeit des unteren Thermometers, welches in der Mitte eines Wassers von —15°,5 auf +1°,10 lange Zeit sich erhielt, bezeugen so deutlich die Anwesenheit eines Maxi-

mums der Dichtigkeit, dafs die Empfindlichkeit des angewandten Apparates genugsam erwiesen ist.

Nun gab unter vollkommen identischen Umständen eine Kochsalzauflösung von 1,027 *specif. Gewicht* folgende Resultate.

*Dritter Versuch. Cylinder mit Salzwasser von* 1,027 *specifischem Gewicht angefüllt.*

| | Thermometer | | |
|---|---|---|---|
| Beobachtungszeit. | am Boden. | in 10 Zoll Höhe. | in 20 Zoll Höhe. |
| 2h 40′ | +6°,5 | +11°,11 | +11°,30 |
| 45 | 5,0 | 11,11 | 11,40 |
| 48 | 4,0 | 11,11 | 11,40 |
| 52 | 3,0 | 11,16 | 11,40 |
| 2h 55′ | 2,0 | 11,16 | 11,40 |
| 3h 2′ | +1,0 | 11,21 | 11,50 |
| 8 | 0,0 | 11,16 | 11,50 |
| 19 | −1,5 | 11,16 | 11,50 |
| 3h 24′ | 2,0 | 11,16 | 11,70 |

Vollwichtigere Zeugnisse, als die Unbeweglichkeit des mittleren Thermometers und die schnelle Erkältung des Bodens, bleiben kaum zu wünschen übrig; unter vollkommner Gleichheit der Umstände fiel die Temperatur am Boden des Salzwassers von +2°,0 bis zu −2°,0, in 29′, während das Thermometer am Boden des süfsen Wassers während länger als einer Stunde zwischen +1°,5 und +1°,1 beobachtet wurde.

Nichtsdestoweniger konnte man verlangen, durch die Methode der Strömungen noch directere Beweise von der Nichtexistenz eines Maximums der Dichtigkeit zu erhalten, als die, welche bisher angeführt wurden. Es mufste zu diesem Ende ein solches Zusammentreffen von Umständen herbeigeführt werden, dafs im süfsen Wasser kältere Schichten über wärmeren längere Zeit im Gleichgewicht sich zeigten, und der Versuch mufste beweisen, dafs auch

unter diesen Verhältnissen das Salzwasser nichts Aehnliches zu zeigen im Stande sey. Auch in Ermanglung einer hinlänglich niedrigen Temperatur der Atmosphäre wurden bei folgendem Versuch dergleichen Umstände erhalten; ein cylindrisches Glasgefäfs von 1″ Durchmesser und 10″ Höhe, mit zwei Thermometern (am Boden und in 9″ Höhe befindlich) versehen, wurde von *allen Seiten* mit einer erkältenden Mischung umgeben. Süfses Wasser und Salzwasser, welche nach einander in das auf diese Art aufgestellte Gefäfs gefüllt wurden, zeigten den in folgender Tafel zusammengestellten Gang der Erkältung:

*Vierter Versuch.*

| *Süfses Wasser.* | | | *Salzwasser v.* 1,027 *sp. Gew.* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Thermometer. | | | Thermometer. | |
| Beobachtungszeit. | Unteres. | Oberes. | Beobachtungszeit | Unteres. | Oberes. |
| 9h 25′ | +2°,70 | +2°,10 | 10h 56′ | −1°,40 | −5°00 |
| 26 | +2,60 | +1,50 | 11h 0′ | −1,60 | +3,50 |
| 27 | +2,50 | +1,25 | 1 | −1,60 | +2,00 |
| 28 | +2,30 | +0,80 | 4 | −1,60 | +0,50 |
| 28,5 | +2,20 | +0,60 | 5 | −1,60 | 0,00 |
| 29 | +1,80 | +0,25 | 6 | −1,60 | −0,50 |
| 30 | +1,60 | +0,00 | 7 | −1,60 | −1,00 |
| 31 | +1,45 | −0,25 | 9 | −1,60 | −1,25 |
| 32 | +1,18 | −0,50 | 11h 12′ | −1,60 | −1,50 |
| 32,5 | +0,80 | −0,75 | | | |
| 33 | +0,50 | −1,00 | | | |
| 33,5 | +0,20 | −1,25 | | | |
| 9h 35′,0 | −0,10 | −1,50 | | | |

Während der ganzen Dauer des Versuches sieht man an der Oberfläche des *süfsen Wassers* Schichten, welche um ungefähr 1°,6 kälter sind, als die am Boden befindlichen, und von einer ähnlichen Anomalie für das Salz-

wasser findet sich keine Spur; im Gegentheil beweist für die Salzlösung der Versuch, dafs zwischen +5° und —1°,50 kein Grad der Temperatur sich befindet, bei welchem Salzwasser dichter wäre, als dasselbe bei —1°,6 ist.

Um Mifsverständnisse zu vermeiden mufs erwähnt werden, ehe wir die Versuche durch Strömungen verlassen, dafs wir, Salzlösungen nach dieser Methode behandelnd, den Versuch nie bis unter Temperaturen von —2°,0 fortgesetzt haben, weil das Eis, welches bei dieser Temperatur sich zu bilden und gegen die Oberfläche aufzusteigen anfängt, das *normale* Gleichgewicht der Temperaturen nothwendig gestört haben würde. —

IV. Versuche nach der Methode der Erkältungszeiten.

Während einer Lufttemperatur von —15°,5 R. tauchte ich einst die Kugel eines Thermometers in ein Glasgefäfs mit süfsem Wasser von 1″,5 Höhe und 1″,0 Durchmesser; so dafs die Thermometerkugel eine Linie über dem Boden sich befand; das Thermometer und das daran befestigte Glasgefäfs wurden in der kalten Atmosphäre frei aufgehängt, um die allmälige Erkältung des Wassers zu beobachten, dessen anfängliche Temperatur etwa +7°,0 R. war. Folgendes war das, man möchte sagen überraschende Resultat des Versuchs:

| Beobachtungszeit. | Thermometer. | Zeitintervalle. |
|---|---|---|
| 6h 5′ 5″ | +6°,6 | |
| 55 | 5,5 | . . . 50″ |
| 6 50 | 5,0 | . . . 55 |
| 7 40 | 4,5 | . . . 50 |
| 8 45 | 4,0 | . . . 50 |
| 10 37 | 3,5 | . . . 65 |
| 13 55 | 3,0 | . . . 198 |
| 14 55 | 2,5 | . . . 60 |
| 16 5 | +2,0 | . . . 70 |

Mit der gröfsten Klarheit spricht sich der Einfluss eines Maximums der Dichtigkeit bei dieser Art des Ver-

suches aus; die plötzlich verzögerte Erkältung zwischen 4° und 3°, und vorzüglich zwischen 3°,5 und 3°,0 wäre, ohne vorläufige Kenntnifs von der anomalen Ausdehnung des Wassers, ein unerklärliches Räthsel gewesen. Sehr leicht müfste sogar der Calcul Mittel finden, die Temperatur der gröfsten Dichtigkeit aus dieser Art des Versuches herzuleiten, da die blofse Anschauung der erhaltenen Zahlen aufser Zweifel setzt, dafs das Maximum nur zwischen 4° und 3°, und sogar viel näher an 3°,5 als an 3,0 sich befinde (siehe dritte Spalte der obigen Tafel). Die Anwendung dieser Methode auf den Gegenstand der hier vorliegenden Versuche bot sich sehr natürlich dar. In Ermanglung sehr niedriger atmosphärischer Temperaturen braucht man nur ein, auf die eben beschriebene Art mit einem Thermometer versehenes Gefäfs, mit der zu untersuchenden Salzlösung angefüllt, in eine erkältende Mischung gänzlich einzutauchen. Die berührende kalte Masse mufs dann die Stelle einer erkältenden Atmosphäre vertreten, mit der einzigen Ausnahme, dafs hier das Leitungsvermögen die in der Atmosphäre statt findende Strahlung ersetzen mufs, und dafs daher eine viel schleunigere Erkältung bedingt werden wird.

Die Reihe dieser Versuche wurde mit einem vorläufigen begonnen, bei welchem süfses Wasser in einer erkältenden Mischung sich befand, um einen durchaus unmittelbaren Vergleichungspunkt auf diese Art zu gewinnen.

Kleiner Glascylinder mit *süfsem Wasser in einem Gemenge von Schnee und Chlorcalcium.*

| Beobachtungszeit. | Thermometer. | Zeitintervalle. |
|---|---|---|
| 6ʰ 0′ 2″,2 | +7° | |
| 15,2 | +6 | . . . 12″,4 |
| 32,0 | +5 | . . . 16,8 |
| 1 12,8 | +4 | . . . 40,8 |
| 4 41,0 | +3 | . . . 208,2 |
| 58,0 | +2 | . . . 17,0 |
| 5 28,4 | +1 | . . . 30,0 |

Diese Reihe beweist, dafs die Stelle der Atmosphäre vollkommen durch eine erkältende Mischung ersetzt wird. — Die Bemerkung, dafs alle hier zu erwähnenden Erkältungszeiten an einem vortrefflichen Kessel'schen Chronometer, welches $0''{,}4$ schlägt, beobachtet wurden, wird wenigstens von dieser Seite den Versuchen einiges Zutrauen verschaffen. —

Die nun folgende Reihe wurde mit Salzwasser von 1,027 specifischem Gewicht angestellt, und enthält also Alles, was diese vierte Methode in Bezug auf die vorliegende Frage geliefert hat.

*Dasselbe Gefäfs in derselben erkältenden Mischung, Salzwasser von* 1,027 *Gew. enthaltend.*

| Beobachtungszeit. | Thermometer. | Zeitintervalle. |
|---|---|---|
| $6^h\,15'\,28''{,}0$ | $+6°{,}0$ | |
| 41,2 | $+5{,}0$ | . . . $13''{,}2$ |
| 56,8 | $+4{,}0$ | . . . 15,6 |
| $16'\,10{,}8$ | $+3{,}0$ | . . . 14,0 |
| 29,6 | $+2{,}0$ | . . . 18,8 |
| 52,8 | $+1{,}0$ | . . . 23,2 |
| $17'\,20{,}4$ | $0{,}0$ | . . . 27,6 |
| 54,8 | $-2{,}0$ | . . . 34,4 |
| $18'\,33{,}6$ | $2{,}0$ | . . . 38,8 |
| $19'\,20{,}4$ | $3{,}0$ | . . . 46,8 |
| $20'\,16{,}4$ | $-4{,}0$ | . . . 56,0 |

Die Intervalle schreiten fort ohne jede Unterbrechung der Regelmäfsigkeit, und nur die zufälligen Beobachtungsfehler bewirken einige Abweichungen von dem für die festen Körper geltenden Erkältungsgesetz. Die vierte Methode giebt uns hiemit einen sehr sicheren Beweis *von der regelmäfsigen Ausdehnung des Salzwassers zwischen den Graden* $+6°{,}0$ *und* $-4{,}0$ *R.*

Für die Theorie der Erscheinung schien es von Wichtigkeit, zu untersuchen, bei welchem Grade des Salz-

gehaltes das Wasser die Eigenschaft ein Maximum zu erreichen verliere. Die vierte Methode wurde zu diesem Ende von neuem angewendet:

auf eine Lösung *A.* vom specif. Gewicht 1,020
- - - *B.* vom specif. Gewicht 1,010.

Es folgen hier die Resultate dieser Versuche:

*Lösung A. vom specif. Gewicht* 1,020.

| Temperatur. | Zeiten. | Intervalle. |
|---|---|---|
| +7° | 6h 35′ 26″ | |
| | | ... 7″,0 |
| 6 | 33 | |
| | | ... 8,5 |
| 5 | 41,5 | |
| | | ... 9,5 |
| 4 | 35′ 51,0 | |
| | | ... 13,0 |
| 3 | 36′ 4,0 | |
| | | ... 15,5 |
| 2 | 19,5 | |
| | | ... 20,5 |
| +1° | 36′ 40,0 | |
| | | ... 24,0 |
| 0 | 37′ 4,0 | |
| | | ... 39,0 |
| −1° | 43,0 | |

Das Thermometer blieb darauf lange Zeit unbeweglich bei −1°,25, und der Boden des Gefäfses fand sich mit Eis bedeckt. Ein zu diesem Behuf angestellter Versuch bewies, dafs −1°,25 der Temperaturgrad der Eisbildung in der untersuchten Lösung ist. Es leuchtet also ein, dafs eine Lösung von 1,020 specif. Gew. kein Maximum der Dichtigkeit hat, welches höher als bei −1°,0 liegt, und dafs, wenn überhaupt ein Maximum vorhanden ist, dasselbe dem Gefrierpunkte der Lösung so nahe liegt, dafs die Wirkungen der Liquefactionswärme und die des Maximums der Dichtigkeit für die Beobachtung zusammenfliefsen.

*Lösung B. vom specif. Gewicht* 1,010

| | Zeiten. | Intervalle. |
|---|---|---|
| +6°,0 | 7h 32′ 29″,0 | |
| 5,0 | 42,0 | . . . 13″,0 |
| 4,0 | 33′ 0,0 | . . . 18,0 |
| 3,0 | 16,5 | . . . 16,5 |
| 2,0 | 33′ 47,0 | . . . 30,5 |
| +1,5 | Thermomet. stationair von 34′22″ bis 36′ 0″ | . . . 133,5 |

Das Thermometer fiel darauf bis —2°,0, ohne dafs das Wasser der Flüssigkeit gefroren wäre; erst nach dieser Zeit bildete sich Eis, und das Thermometer stieg plötzlich bis zu —0°,50. Dieses ist also der Gefrierpunkt der Lösung, und das lange Verweilen des Thermometers zwischen 2° und 1°,5 kann nur einem Maximum der Dichtigkeit zugeschrieben werden, welches bei diesem Grade der Temperatur eintritt.

Die Ergebnisse der hier mitgetheilten Versuche wären also:

1) *Dafs das Salzwasser von* 1,027 *spec. Gewicht kein Maximum der Dichtigkeit hat, so lange es flüssig ist, und dafs, selbst wenn Eis sich darin bildet, der flüssig gebliebene Theil beständig und sehr stark an Dichtigkeit zunimmt.*

2) *Dafs Salzwasser von* 1,020 *spec. Gewicht ebenfalls kein Maximum erreicht, oder doch keines, welches vom Gefrierpunkte der Lösung* (—1°,25) *merklich entfernt wäre.*

3) Endlich: *dafs eine Lösung von salzsaurem Natron von* 1,010 *spec. Gewicht ein Maximum erreicht, aber bei einer Temperatur, die niedriger ist als die der gröfsten Dichtigkeit für süfses Wasser;* denn

das Maximum des Salzwassers
von 1,010 spec. Gewicht entspricht . . +1°,50 R.

Es scheint demnach, als ob eine Beimischung von salzsaurem Natron, je stärker sie wird, den Punkt des Maximum desto tiefer hinabrückt, am Ende aber ihn ganz verschwinden macht. Hier möchte man beinahe es für wahrscheinlich halten, dafs die anscheinende Nichtexistenz des Maximum nichts Anderes ist, als ein bis in den Zustand der Festigkeit hinabgerücktes Maximum. Dieser Umstand, der für das Rose'sche Metallgemisch erwiesen ist, würde vielleicht bei mehreren Körpern sich finden, wenn man ihre Volumveränderungen in der Nähe des Schmelzpunktes untersuchte.

## X. *Ueber die Anziehung zwischen gleichartig und ungleichartig elektrisirten Leitern.*

Die nachstehende Beobachtung macht keinen Anspruch darauf, über die Anziehung zwischen elektrisirten Leitern und der Vertheilung der Elektricität in ihnen etwas wesentlich Neues zu bringen; wohl aber kann sie dazu dienen, mehrere Sätze aus der Mechanik der Elektricität auf eine einfache Art zu erläutern. Aus diesem Grunde wird sie gewifs hier eine Stelle verdienen, selbst wenn sie auch vielleicht schon sonst von Jemand gemacht worden seyn sollte. Ich entlehne diese Beobachtung aus einem Schreiben des Hrn. Prof. Strehlke in Danzig an mich, worin sie folgendermafsen beschrieben wird.

Zwei congruente Kreisscheibchen von Stanniol, von etwa 1″ im Durchmesser, hing ich an feine Fäden von roher Seide auf. Um die Scheiben einander zu nähern oder dieselben von einander zu entfernen, befestigte ich die Fäden, welche ich etwa 8 Zoll lang nahm, an den Spitzen eines Zirkels, dessen Charnier an einem vertical stehenden Gegenstand festgebunden wurde. Als nun beide Scheibchen mit gleichartiger oder entgegengesetzter Elektricität versehen wurden; so zeigte sich ein Gegensatz in der Stellung der verticalen Scheibchen. Bei gleichartiger Elektrisirung stellten sich dieselben nämlich parallel (senkrecht gegen die Linie, welche ihre Mittelpunkte verbinden würde) und blieben in dieser Lage, bei ungleichartiger aber, stellten sie sich in dieselbe gerade Linie, in ihre gegenseitige Verlängerung.

## XI. *Ueber die Bereitung einer reinen Titansäure; von Heinrich Rose.*

Wenn man sich eine reine Titansäure aus Titaneisen (titansauren Eisenoxydul) bereiten will, das man leichter in grofser Menge erhalten kann, als Rutil, so kann dieſs auf folgende Weise geschehen. Das titansaure Eisenoxydul wird fein gepulvert, oder, was freilich besser ist, geschlämmt, und darauf in einem Porzellanrohre sehr stark geglüht, während ein Strom von Schwefelwasserstoffgas darüber geleitet wird, der vorher durch eine Röhre von Chlorcalcium geht. Das Eisenoxydul wird dadurch reducirt und in Schwefeleisen verwandelt, während die Titansäure dabei nicht verändert wird. Es erzeugt sich Wasser, aber es entweicht auch mit demselben Schwefel, weil sich nicht gerade Schwefeleisen im Minimum von Schwefel, sondern auch künstlicher Schwefelkies bildet. Nach dem Erkalten digerirt man das erhaltene Product mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure, wodurch eine starke Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas entsteht, aber auch Schwefel sich abscheidet, der sich mit der durch's Glühen in der Säure ganz unauflöslich gewordenen Titansäure mengt und dieselbe grau färbt. Wenn keine Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas mehr statt findet, filtrirt man die Titansäure, süſst sie aus, trocknet und glüht sie, wodurch der mit ihr gemengte Schwefel verflüchtigt wird.

Wenn man diese Operation nicht noch einmal wiederholt, so ist die erhaltene Titansäure nicht frei von Eisenoxyd, und daher nach dem Glühen röthlich. Der Grund davon ist der, dafs die Menge des Eisenoxyduls im titansauren Eisenoxydul, und daher auch die Menge des gebildeten Schwefeleisens sehr bedeutend ist. Letzteres schmilzt, sintert mit der Titansäure zusammen, und

verhindert, dafs der Kern der zusammengesinterten Masse vollständig zersetzt werde. Man braucht daher bei der ersten Operation die Masse nicht so lange in der Atmosphäre von Schwefelwasserstoffgas zu glühen, bis sich durchaus gar kein Wasser mehr erzeugt, was auch sehr lange dauern würde, sondern nur so lange, bis dasselbe aufhört sich in gröfserer Menge zu entwickeln. Man behandelt dann die zusammengesinterte Masse auf die beschriebene Art, und unterwirft die erhaltene röthliche Titansäure einem zweiten Glühen, während Schwefelwasserstoffgas darüber geleitet wird. Wird dann die erhaltene Masse mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, die Titansäure sorgfältig ausgesüfst und geglüht, so ist sie nach dem Glühen ganz weifs und vollkommen rein.

Es versteht sich, dafs man jede nicht ganz reine und etwas eisenhaltige Titansäure auf die beschriebene Weise leicht reinigen kann. Der Rutil könnte ebenfalls so behandelt werden, nur mufs er vorher geschlämmt worden seyn.

Ich halte diese Methode, sich reine Titansäure zu verschaffen, für die kürzeste und wohlfeilste. Die Methode, die ich früher vorgeschlagen habe *), das titansaure Eisenoxydul in Chlorwasserstoffsäure aufzulösen, Weinsteinsäure der Auflösung hinzuzufügen, und das Eisenoxydul durch wasserstoffschwefliges Schwefelammonium zu fällen, ist viel zu umständlich und kostbar, und liefert, da alle käufliche Weinsteinsäure, die ich Gelegenheit gehabt habe zu untersuchen, Kalkerde enthält, eine kalkhaltige Titansäure.

Wenn das titansaure Eisenoxydul, während Schwefelwasserstoffgas darüber geleitet wird, nicht heftig geglüht wird, so erhält man bei der nachherigen Behandlung eine Titansäure, die, wenn sie mit Wasser ausgesüfst wird, zum Theil milchicht durch's Filtrum läuft, was nicht

*) Poggendorff's Ann. Bd. III. S. 163.

nicht der Fall ist, wenn eine stärkere Hitze dabei angewandt worden ist. Man kann daher diese Operation nur in einer Porzellanröhre vornehmen, nicht aber in einer Glaskugel, die durch eine Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt wird.

Statt des Schwefelwasserstoffgases kann man sich nicht mit gleichem Erfolge des Wasserstoffgases bedienen. Das Eisenoxydul wird zwar dadurch reducirt, und das reducirte Eisen löst sich in Chlorwasserstoffsäure auf, während die Titansäure ungelöst zurückbleibt; ich erhielt indessen auf diese Weise immer eine Titansäure, die etwas eisenhaltig und daher nach dem Glühen röthlich war. — Dasselbe ungünstige Resultat erhielt ich auch, wenn ich statt des Schwefelwasserstoffgases Chlorwasserstoffgas anwandte

Aus titansaurem Eisenoxydul kann man sich noch auf eine leichtere Weise Titansäure, aber keine vollkommen reine, bereiten. Man menge das geschlämmte Pulver desselben mit Schwefel und schmelze es damit in einem hessischen Tiegel. Die erhaltene Masse, die eine Mengung von Schwefeleisen und Titansäure ist, und auch Eisenoxyd enthalten kann, wenn der Zutritt der Luft nicht gehindert worden ist, wird mit Chlorwasserstoffsäure digerirt, die ungelöste Titansäure ausgesüfst, getrocknet und geglüht. Sie enthält indessen noch immer viel Eisen und sieht roth aus, doch ist die Menge desselben ungefähr nur so grofs, wie im Rutil. Wenn man die so erhaltene Titansäure in einer Porzellanröhre auf die beschriebene Art glüht, während Schwefelwasserstoffgas darüber geleitet wird, so erhält man sie nach Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure ganz rein. Diese Methode ist noch vortheilhafter, als das zweimalige Glühen des titansauren Eisenoxyduls in der Porzellanröhre

## XII. *Neue Bereitungsart des Jodwasserstoffsäure-Gases.*

Die gewöhnliche Bereitungsart dieses Gases besteht darin, dafs man 1 Th. Phosphor mit 16 Th. Jod verbindet und den gebildeten Jodphosphor durch Wasser zersetzt. Diefs Verfahren ist aber nach Hrn. d'Arcet verwickelt, und wegen der bei der Bildung des Jodphosphors statt findenden Wärmeentwicklung sogar gefährlich, da das Gemenge leicht verpufft. Er schlägt daher das nachstehende Verfahren vor, welches darauf beruht, dafs das Jod die Eigenschaft besitzt, das Wasser der sogenannten Unterphosphorsäure *) zu zersetzen, sich mit dem Wasserstoff desselben zu verbinden und den abgeschiedenen Sauerstoff auf den Phosphor zu übertragen. Zu dem Ende nimmt er Unterphosphorsäure nnd kocht sie so weit ein, bis sie Phosphorwasserstoffgas entwickelt, wo sie dann nur das zu ihrer Verbindung nöthige Wasser enthält. So concentrirt, bringt er sie mit einer gleichen Gewichtsmenge Jod in einen schicklichen Apparat und erwärmt das Gemenge mäfsig. Das sich entwickelnde Gas wird dann auf die gewöhnliche Art aufgefangen; man kann sogar Flaschen mit diesem Gase über Quecksilber füllen, ohne befürchten zu dürfen, dafs es zersetzt und Jodquecksilber gebildet wird, sobald die Füllung etwas rasch geschieht. Der Rückstand der Operation scheint nur Phosphorsäure zu seyn, überzogen mit der Substanz die Hr. Labillardière jodwasserstoffsauren Phosphorwasserstoff genannt hat. — Aus 6 bis 7 Grm. Unterphosphorsäure erhielt Hr. A. 2 Liter des reinen Gases, das vollkommen von Wasser absorbirt wurde. Das genannte Verfahren kann auch nach Hrn. A. dazu dienen, die unterphosphorichte und phosphorichte Säure und Unterphosphorsäure zu analysiren. Auf gleichem Wege läfst sich aus Unterphosphorsäure und Brom, Bromwasserstoffsäure-Gas bereiten, doch ist es nach Hrn. d'Arcet von keinem praktischen Nutzen (*Ann. de chim. et de phys. XXXVII.* 220. Auszug).

*) Die *acide hypo-phosphorique* oder *phosphatique* der französischen Chemiker ist nach Berzelius nur ein Gemenge von phosphorichter Säure und Phosphorsäure in veränderlichen Verhältnissen. Eine wirkliche Unterphosphorsäure, die mit Basen unterphosphorsaure Salze gäbe, ist bis jetzt noch nicht aufgefunden. *P.*

## XIII. *Ueber einige neue Formen des regulären Krystallisationssystems; von Gustav Rose.*

### 1. Flufsspath.

Unter den Mineralien, deren Formen zu dem regulären Krystallisationssysteme gehören, finden sich bei keinem so viel *Sechs-mal-achtflächner* oder Formen, die für sich gedacht mit 48 gleichen und ähnlichen Flächen begränzt sind, als beim Flufsspath. Man kennt zwar bis jetzt bei diesem Minerale mit Genauigkeit nur *eine* solche Form, die von Haüy beschrieben ist, dafs aber deren mehrere bei ihm vorkommen, ersieht man aus der Beschreibung des Flufsspathes von Phillips *), der hier 5 anführt, die er mit $d^1$, $d^2$, $d^3$, $d^4$, $d^5$ bezeichnet; aber nur bei $d^1$ und $d^2$ sind Winkel angegeben, und auch diese nur unvollständig und nicht mit der Genauigkeit, dafs man danach hdie Verhältnisse dieser Formen bestimmen könnte.

Der Sechs-mal-achtflächner, den Haüy **) beim Flufsspath beschrieben hat, ist der, welcher sich bei diesem Minerale am häufigsten findet. Er ist Fig. 1. gezeichnet, doch kommt er für sich allein nicht vor, sondern erscheint gewöhnlich, wie bei Fig. 2., in Verbindung mit dem Würfel. Seine Flächen liegen je 6 um die Ecken desselben herum, je 2 immer nach einer Würfelkante gleich geneigt. Die 3 unter sich rechtwinkligen Axen werden von jeder Fläche des Sechs-mal-achtflächners in dem Verhältnifs von $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{4}$ geschnitten, sein krystallographisches Zeichen ist daher $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$. Die Neigungen seiner Flächen in den dreierlei Kanten, $x$, $y$, $z$ (Fig. 1. Taf. IV.), die in Ebenen

*) *Elementary introduction to the knowledge of mineralogy by W. Phillips*, 3. *ed. p.* 170.

**) *Traité de minéralogie par Haüy sec. ed. t.* 1. *p.* 511.

liegen, die durch den Mittelpunkt und bei den Kanten $x$ durch die Octaëderkanten, bei den Kanten $y$ durch die Würfelkanten, und bei den Kanten $z$ durch die Granatoëderkanten gelegt werden, sind folgende:

Neigung in $x = 154^\circ\ 47'\ 28''$
- - $y = 144\ \ 2\ 58$
- - $z = 162\ 14\ 50$

Flufsspathe mit diesen Flächen, wie Fig. 2. Taf. IV., finden sich auf den Bleigruben in der Gegend von *Freiburg* in Baden (Teufelsgrund bei St. Truppert) *), zu *Altenberg* in Sachsen u. s. w.

Unter den violblauen Flufsspäthen von *Weardale* in Cumberland, die sich in der Königlichen Mineraliensammlung in Berlin befinden, kommen Würfel vor (siehe Fig. 3. Taf. IV.), deren Ecken auf eine ähnliche Weise durch 6 Flächen abgeändert sind, wie bei den Flufsspäthen von Freiburg. Die Flächen des Sechs-mal-achtflächners sind glänzend, so dafs sie sich sehr gut messen lassen. Ich fand hier die Neigung der Flächen in den Kanten $y$ $136^\circ\ 45'$—$47'$, in den Kanten $z$ $158^\circ\ 47'$, was sehr gut mit den Winkeln eines Sechs-mal-achtflächners übereinstimmt, dessen Flächen die 3 rechtwinkligen Axen in dem Verhältnifs von $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{7}$ schneiden, und dessen krystallographisches Zeichen daher $(a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{7}a)$ ist. Seine Winkel sind folgende:

Neigung in $x = 165^\circ\ \ 2'\ 20''$
- - $y = 136\ 47\ 15$
- - $z = 158\ 46\ 49$

*) Merian sagt (Leonhard's mineralogischen Taschenbuch 1823, 1. Abtheilung S. 188.), dafs der Sechs-mal-achtflächner, der an den Flufsspäthen von diesem Fundort vorkomme, derselbe sey mit dem, dessen Hälftflächner Haüy beim Schwefelkies beschrieben und mit $f$ bezeichnet hat. Dieſs wäre der Sechs-mal-achtflächner $(a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a)$. Meine Messungen, die ich mit den Krystallen dieses Fundortes vorgenommen habe, und die ich der Güte des Herrn Apothekers Keller in Freiburg verdanke, stimmen hiermit nicht überein, und zeigen, dafs es der Sechs-mal-achtflächner $(a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a)$ sey.

In der Sammlung des Grafen v. Bournon, die mir bei meinem Aufenthalte in Paris durch die Güte ihres Besitzers auf die liberalste Weise zur Durchsicht offen stand, fand ich Flufsspäthe aus England, Fig. 4. Taf. IV., die eine ähnliche Form hatten, wie die vorigen. Sie waren weifs, die Abänderungsflächen der Ecken des Würfels, wie bei Fig. 5. Taf. IV., die eine horizontale Projection einer Würfelecke dieser Krystalle ist, gestreift, was indessen noch nicht verhinderte, dafs man ihre Winkel mit dem Reflexionsganometer messen konnte. Die Winkel in den Kanten $x$ fand ich von 152° 21′—23′, in den Kanten $y$ von 140° 41′—43′, in den Kanten $z$ von 166° 17′—22′. An einem andern Krystalle fand ich die Neigung in den Kanten $y$ von 140° 14′, und in der Kante $z$ von 166° 44′—45½′. Diese Winkel stimmen mit denen eines Sechs-mal-achtflächners, dessen Zeichen ist $(\frac{1}{9}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$, und dessen Winkel in den dreierlei Kanten folgende sind.

Neigung in $x$ = 152° 16′ 41″
- - $y$ = 140 9 7
- - $z$ = 166 57 18

Die Streifung auf den Flächen geht wahrscheinlich parallel den Kanten, worin die Flächen des Leucitoids $(a:a:\frac{1}{3}a)$ sie schneiden würden.

Die Flächen des erstern und letzteren dieser Sechs-mal-achtflächner hatte ich Gelegenheit an einem englischen Flufsspathe zu beobachten, der sich in der Sammlung des Herrn W. Phillips in London befindet, und den Herr Phillips die Güte hatte, mich näher untersuchen zu lassen. Er ist durch sein Verhältnifs interessant, in welchem sich die Flächen der Sechs-mal-achtflächner zu den Flächen von andern bekanntern Formen des regulären Systems finden. Fig. 6. Tab. IV. ist die horizontale Projection einer seiner Würfelecken. $h$ sind die Flächen des Würfels, $g$ des Granatoëders, $z$ des Leucitoids $(a:a:\frac{1}{3}a)$, $o$ und $n$ die Flächen der Sechs-mal-

achtflächner $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$ und $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$, die hier als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen den Flächen des Granatoëders und des Leucitoids erscheinen, $h$ die Flächen des Drei-mal-achtflächners $(a:a:2a)$, da sie die Abstumpfungsflächen der Kanten $\gamma$ des Sechs-mal-achtflächners $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$ sind. Die Flächen $z$ sind glänzend, und ihre Winkel mit den Würfelflächen gut zu messen. Ich fand ihre Neigung sehr nahe 154° 46′. Die Flächen $n$ und $o$ sind weniger glänzend, besonders die Flächen $o$, doch konnten ihre Winkel noch mit dem Reflexionsganiometer bestimmt werden. Aufserdem fanden sich noch kleine Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen $n$ und $h$, die aber zu matt waren, um sie messen zu können.

Die beiden zuletzt angeführten Sechs-mal-achtflächner $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{7}a)$ und $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$ sind auch bei andern Mineralien noch nicht beobachtet *). Die welche man bisher nur kannte, waren der vorhin angeführte Sechs-

*) Vielleicht sind die beiden Sechs-mal-achtflächner $d^1$ und $d^2$, von denen Phillips beim Flufsspath Messungen angiebt, dieselben die hier beschrieben sind, doch müfste man in diesem Falle Irrthümer in den Messungen von mehr als 1 Grade annehmen. Nach Phillips sind die Neigungen von $d^1$ und $d^2$ in den Kanten $z$ von 166° 50′ und 160° 12′, und die Neigungen gegen die Würfelflächen von 153° 10′ und 155° 44′. Wären diefs die Sechs-mal-achtflächner $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$ und $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{7}a)$, so müfsten die ersteren Winkel von 166° 57′ und 158° 47′, die letzteren von 152° 4′ und 155° 41′ seyn. — Auch würde die Lage von $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{7}a)=r$ nicht eine solche seyn können, wie Phillips die von $d^2$ angiebt, zwischen $d^1$ und der Granatoëderfläche; doch kann man sich auf die Zeichnungen von Krystallen, in welchen Phillips alle Flächen zusammengestellt hat, die er beobachtet hat, nicht verlassen, da sie nicht nach der Natur entworfen sind, und so also leichter sich Fehler haben einschleichen können. Bernhardi meint (Beiträge zur nähern Kenntnifs der regelmäfsigen Krystallformen, S. 20.), dafs die von Phillips mit $d^1$ und $d^2$ bezeichneten Flächen wohl die Flächen $(\frac{1}{6}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{10}a)$ und $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ seyn könnten, doch würden dann die Winkel noch mehr abweichen, als nach meiner Annahme.

mal-achtflächner $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$ und der auch von Haüy schon angegebene $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$. Mohs *) führt ferner noch den Sechs-mal-achtflächner $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$ auf (seine zweite Varietät), doch weifs ich nicht, bei welchem Minerale er sich findet, und ist wahrscheinlich nur angenommen, weil die Hälftflächner desselben, sowohl der Sechsmal-vierflächner, als auch der Zwei-mal-zwölfflächner, der erstere beim Borazit, der letztere beim Schwefelkies vorkommen. Bei dem Sechs-mal-achtflächner $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ fallen, wie bekannt, seine Kanten $z$ mit den Kanten des Granatoëders zusammen, und seine Flächen bilden daher, wenn sie mit dem Granatoëder und Leucitoëder vorkommen, die Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen diesen beiden Formen. Auf solche Weise findet sich dieser Sechs-mal-achtflächner beim Granat, und nach Cordier und Haüy auch beim Silberamalgam.

Die interessanteste Eigenschaft dieser beiden neuen Formen $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{7}a)$ und $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$ ist die, dafs ihre Flächen den Diagonalen der Octaëderflächen, d. i. den Linien auf den Octaëderflächen, die wie $CD$, Fig. 7. Taf. IV., von den Ecken nach den Mitten der gegenüberliegenden Seiten gezogen werden, parallel gehn; eine Eigenschaft, die sie nicht allein mit den schon bekannten Sechs-mal-achtflächnern $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$ und $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$, sondern auch mit $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$ theilen. Dafs die Sechsmal-achtflächner $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)=o$ und $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)=n$ diese Beschaffenheit haben, sieht man aus Fig. 6., wo die Flächen $o$ und $n$ als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen den Granatoëderflächen und den Flächen des Leucitoids $(a:a:\frac{1}{3}a)$ erscheinen, denn diese letztere Kanten sind keine andere als solche, die den Diagonalen der Octaëderflächen parallel gehn. Stellt Fig. 6. die Würfelecke dar, die der Mitte der Fläche $ABC$ des Octaëders Fig. 7. entspricht, sind also $g^{\prime}g^{\prime\prime}g^{\prime\prime\prime}$ (Fig. 6.) die Abstumpfungsflächen der Kanten $x^{\prime}x^{\prime\prime}x^{\prime\prime\prime}$ (Fig. 7.),

*) Grundrifs der Mineralogie von Mohs, Th. 1. S. 79.

so ist $CD$ die Diagonale, die parallel liegt der Kante zwischen $z^{III}$ und $g^{III}$, und parallel welcher also auch aufser $z^{III}$ und $g^{III}$ die Flächen $o^{v}$ und $n^{v}$ liegen.

Noch besser übersieht man diese Eigenschaft der angegebenen Sechs-mal-achtflächner, wenn man die ausführlicheren krystallographischen Zeichen dieser Formen aufsucht, wie sie Herr Prof. Weifs angegeben hat *), und in welchen nicht nur bezeichnet wird, wie die Fläche eines Sechs-mal-achtflächners die 3 unter einander rechtwinkligen Axen $a$, sondern auch die auf den Octaëderkanten und Octaëderflächen rechtwinklig stehenden Axen $d$ und $p$ des Octaëders schneidet. Diese ausführlichere Zeichen **) sind für die Flächen $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{7}a)$ und $(\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a)$ Fig. 9. und 10. Taf. IV. angegeben.

Man ersieht hier leicht aus der Gleichheit der Coëfficienten der Axen $a$, $d$, $p$, wo sie sich findet, dafs die bezeichneten Flächen eine Fläche des Octaëders in einer Linie schneiden, die eine ihrer Diagonalen parallel ist, und man erkennt leicht aus der Stellung der 3 gleichen Coëfficienten, welches diese Diagonale des Octaëders ist.

Bezeichnet man die 3 unter einander gleichen Axen $a$ wie bei dem 1-und-1axigen Krystallisationssystem verschieden und mit $a$, $b$, $c$, wie es Fig. 7. angegeben ist, so ist die Fläche, der das Zeichen $(\frac{1}{4}a:\frac{1}{2}b:c)$ zukommt, $n^{v}$ (Fig. 1. Taf. IV.), und sucht man die Flächen, die einer und derselben Diagonale des Octaëders parallel liegen, z. B. der Diagonale $CD$ (Fig. 7.), so sind diefs folgende:

Vier-mal-sechsflächner

$$s^{III}=(\tfrac{1}{3}a:b:\tfrac{1}{2}c)=(\tfrac{2}{3}a:2b:c)$$
$$=(\tfrac{1}{2}a:\infty b:c)$$
$$r^{III}=(\tfrac{1}{7}a:b:\tfrac{1}{3}c)=(\tfrac{3}{7}a:3b:c)$$
$$z^{III}=(\tfrac{1}{3}a:b:c)$$
$$o^{v}=(\tfrac{1}{11}a:\tfrac{1}{5}b:\tfrac{1}{3}c)=(\tfrac{3}{11}a:\tfrac{3}{5}b:c)$$
$$n^{v}=(\tfrac{1}{4}a:\tfrac{1}{2}b:c)$$
$$t^{v}=(\tfrac{1}{5}a:\tfrac{1}{3}b:c)$$

*) Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften in Berlin, aus den Jahren 1818 und 1819, S. 270.

**) Sie sind durch eine in der angeführten Abhandlung angegebene Formel leicht aus den einfachern Zeichen zu entwickeln.

Diese Flächen schneiden die zwischen $a$ und $b$ (Fig. 8. Taf. IV.) liegende, auf der Octaëderkante rechtwinklige Dimension $d$ so, dafs sich die abgeschnittenen Stücke verhalten wie 2, 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, so dafs, wenn man die Fläche des Vier-mal-sechsflächners ($a:\frac{1}{2}a:\infty a$) die Fläche mit einfachem Sinus in der Diagonalzone des Octaëders nennt, die Flächen $s$, $r$, $z$, $o$, $n$, $t$ die Flächen mit 2fachen, $\frac{4}{3}$fachen, halben, $\frac{3}{5}$fachen, $\frac{1}{3}$fachen, $\frac{1}{4}$fachen Sinus bei gleichem Cosinus sind.

## 2. Fahlerz.

Auf einer Quarzdruse von *Obersachsen* bei Ilanz am Vorder-Rhein, die sich in der Königlichen Mineraliensammlung in Berlin befindet, kommen kleine Krystalle von Fahlerz vor, die interessante Abänderungen bilden, und in Fig. 11., 13., 14. Taf. IV. dargestellt sind. Sie zeigen hauptsächlich die Tetraëderflächen $t$, mit den Granatoëderflächen $g$, und den Flächen des Drei-mal-vierflächners $l$, der aus dem Leucitoëder durch Wegfallen der Hälfte seiner Flächen entsteht. Zwischen den Flächen $g$ und $l$ liegen aber noch andere Flächen, die auf $g$ und $l$ parallele Kanten bilden, und die Flächen eines Sechs-mal-vierflächners sind. Wie sich aus der Messung ergab, waren sie die Flächen des Sechs-mal-vierflächners, welcher der Hälftflächner des Sechs-mal-achtflächners ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) ist, und bei dem die Neigungen seiner Flächen in seinen dreierlei Kanten $x$, $y$, $z$ (Fig. 12. Taf. IV., wodieser Sechs-mal-vierflächner für sich dargestellt ist) folgende sind:

Neigung in $x = 110^\circ\ 55'\ 29''$
- - $y = 158\ 12\ 48$
- - $z = 158\ 12\ 48$

Die Neigung von $l$ gegen $s$ beträgt also $169^\circ\ 6'\ 24''$ und von $s$ gegen $g$ $160^\circ\ 53'\ 36''$, welche Winkel auch sehr nahe übereinstimmen mit denen, die durch die Messung gefunden worden sind.

Aufser diesen Flächen finden sich aber noch andere, die in Fig. 11. Taf. IV. fortgelassen, aber in Fig. 13. und 14. Taf. IV., welche 2 auf eine Tetraëderfläche senkrechte Projectionen darstellen, angegeben sind. Es finden sich hier noch die Flächen $h$, $u$, $l'$. $h$, die Abstumpfungsflächen der Tetraëderkanten, sind die Flächen des Würfels; $l'$, die Abstumpfungsflächen der Kanten des Granatoëders, die an den Ecken des Tetraëders liegen, die Flächen *des* Drei-mal-vierflächners, der den ersteren $l$ zum Leucitoëder ergänzt. Seine Flächen unterscheiden sich von den Flächen $l$, aufser der Gröfse, durch eine Streifung, die parallel den Kanten mit dem Granatoëder geht. Die Flächen $u$ sind die Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen den Würfel- und Granatoëderflächen, wie auch Zuschärfungsflächen der Kanten $x$ des sechsmal-vierflächners $s$. Aus dem erstern Parallelismus folgt schon, dafs diese Flächen die eines Vier-mal-sechsflächners sind, aus den letzteren, dafs sie die des Vier-mal-sechsflächners $(a:\frac{1}{3}a:\infty a)$ sind, der bei dem Fahlerze, wie bei dem von Dillenburg, Gersdorf etc., gewöhnlich vorkommt. Die Neigung der Flächen $u$ gegen einander beträgt $154^\circ\,9'\,29''$, die von $u$ gegen $g$ $153^\circ\,26'\,6''$.

Der Sechs-mal-vierflächner $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ ist bis jetzt noch bei keinem andern Minerale beobachtet worden. Es ist bis jetzt nur der Sechs-mal-vierflächner $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$ bekannt gewesen, der beim Borazite vorkommt, und von Haidinger zuerst beschrieben ist. Bei dem Fahlerze aus Cornwall, das unter dem Namen Tennantit bekannt ist, findet sich noch ein anderer Sechs-mal-vierflächner. Die Königliche Mineraliensammlung in Berlin enthält davon mehrere Stücke mit diesen Formen, doch waren die Flächen zu matt, um sie messen zu können, wahrscheinlich ist er derselbe, der beim Borazite vorkommt.

## XIV. *Ueber den Botryogen, oder den rothen Eisencitriol von Fahlun; von Wilhelm Haidinger.*

Berzelius hat vor längerer Zeit ein rothes Eisensalz beschrieben und die Analyse desselben gegeben, welches wohl als eigenthümliche Species in dem Mineralsysteme aufgeführt zu werden verdient, von dem man aber bis jetzt zu wenig in Hinsicht auf die äufsern Verhältnisse kannte. Durch die Güte der Hrn. Berzelius in Stockholm und Pohlheimer in Fahlun, welche mir Stücke dieses merkwürdigen Körpers mittheilten, bin ich im Stande eine etwas genauere Beschreibung desselben, als die ältern, zu liefern. Ich werde derselben einen Auszug aus der Abhandlung von Berzelius *) beifügen, die noch nicht in deutschen Journalen erschienen ist.

Die regelmäfsigen Formen des Botryogens gehören in das hemiprismatische System. Die gewöhnlichsten Krystallisationen sind in den Figuren 2 und 3 Taf. III. vorgestellt. Der Grundrifs der zweiten, auf der Basis in der Richtung der Axe entworfen, ist Fig. 4. Taf. III.; woraus man leicht den nothwendigen Parallelismus der verschiedenen Kanten erkennen kann. Aus der Messung der Kanten zwischen $P$ und $q$, $P$ und $g$, und zwischen $g$ und $g$ erhielt ich folgende Winkel:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Neigung von | $n$ | gegen | $n$ | $=125°$ | $22'$ |
| - - | $q$ | - | $q$ | $=141$ | $0$ |
| - - | $P$ | - | $g$ | $=113$ | $37$ |
| - - | $g$ | - | $g$ | $=119$ | $56$ |
| - - | $F$ | - | $F$ | $= 81$ | $44$ |
| - - | $y$ | - | $P$ | $=125$ | $31$ |

*) *Analys af ett fossilt salt från Fahlu grufva, och Insjö sänkning, af J. G. Gahn och J. Berzelius. Afhandlingar i Fysik etc. IV. p.* 307.

Wenn man die Pyramide, Fig. 5. Taf. III., als die Grundgestalt der Krystallreihe betrachtet, zu welcher die Combinationen gehören, so ist das Verhältnifs der vier Linien $a:b:c:d = 1{,}98:3{,}62:5{,}59:1$. Nach der krystallographischen Methode von Mohs gelten folgende Zeichen: $\mathrm{P}-\infty$ für $P$, $-\frac{\mathrm{P}}{2}$ für $n$, $-\frac{\frac{3}{4}\bar{\mathrm{P}}\mathrm{r}+1}{2}$ für $y$, $\bar{\mathrm{P}}\mathrm{r}-1$ für $q$, $\mathrm{P}+\infty$ für $g$, $(\breve{\mathrm{P}}\mathrm{r}+\infty)^3$ für $F$, und $\breve{\mathrm{P}}\mathrm{r}+\infty$ für $u$.

Die Krystalle, obwohl sich ihre Gestalt im Ganzen genommen recht gut erkennen liefs, waren zu unvollkommen gebildet, als dafs die oben angeführten Winkel mehr als Annäherungen innerhalb zehn Minuten seyn könnten. Die Krystalle sind nicht über zwei Linien lang, und die Prismenflächen $F$ und $g$ parallel ihrer Axe gestreift; die geneigten Flächen sind vollkommener gebildet.

Die Theilbarkeit parallel den Flächen $g$ ist ziemlich deutlich, man findet auch Spuren parallel den Flächen $f$.

Der Botryogen besitzt Glasglanz und ist durchscheinend. Die Farbe ist in Krystallen ein dunkles Hyazinthroth, welches sich aber bei kleinkörnigen zusammengesetzten und dichten Varietäten bis in's Ochergelbe verläuft welches auch die Farbe des Strichs ist.

Dieses Salz ist milde; es nimmt unter dem Messer etwas Glanz an. Seine Härte ist $=2{,}25 \ldots 2{,}5$, fast so grofs wie die des Alauns; sein eigenthümliches Gewicht fand ich $=2{,}039$. Es löst sich nur sehr langsam im Wasser auf, sein zusammenziehender Geschmack ist daher auch schwächer als der des Eisenvitriols.

Die Krystalle sind gewöhnlich in nierförmigen und traubigen Gestalten, von an einander gewachsenen Kugeln gruppirt. Ein kleines, sehr nettes Stück, etwa halb so grofs als Fig. 6. Taf. III. in der Sammlung des Hrn. Allan in Edinburg, sieht wirklich mehr als irgend etwas im ganzen Mineralreiche einer Weintraube ähnlich. Die einzelnen Kugeln, welche die Beeren vorstellen, haben

eine krystallinische, drusige Oberfläche. Der Trivialname *Botryogen*, Traubenbilder, bezieht sich auf die Neigung dieses Salzes, dergleichen Gestalten hervorzubringen. Er ist um so nothwendiger, da man noch gar keine, nicht einmal eine chemische Benennung für dasselbe besitzt.

Es findet sich in dem Mellanrums-Ort in der grofsen Kupfergrube zu Fahlun als Ueberzug auf Gyps oder Schwefelkies, mit Bittersalz, basischem schwefelsauren Eisenoxydul, und dem gewöhnlichen schwefelsauren Eisenoxydul. Es beschlägt an feuchter Luft mit einem schmutziggelben Ueberzug, bleibt aber an trockner Luft unverändert.

Der Botryogen bläht sich vor dem Löthrohr auf, und giebt in der Glasröhre Wasser, wobei eine rothgelbe Erde zurückbleibt. Diese verwandelt sich nach Maafsgabe der Flamme in Eisenoxyd oder Eisenoxydul. Mit Phosphorsalz geschmolzen, erhält man ein rothes Glas, welches im Abkühlen seine Farbe verliert. In kochendem Wasser aufgelöst, bleibt ein gelber Ocher zurück, dieser ist daher ein integrirender Theil der Mischung. Die Auflösung, mit Salpetersäure versetzt, giebt einen Niederschlag mit salzsaurem Baryt, nicht aber mit salpetersaurem Silberoxyd. Wenn man das Salz mit kaustischem Ammoniak übergiefst, und in einem zugestopften Glase digerirt, so wird die Säure ganz ausgezogen, und das Eisen bleibt als ein schwarzes, wenig grünliches Pulver zurück. Dieses Metall ist daher nicht als reines Oxyd, sondern als Oxydul-Oxyd in dem Salze enthalten, welches im freien Zustande schwarz und in der Auflösung roth ist.

Das Resultat dreier Analysen war wie folgt:

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Basisches schwefelsaures Eisenoxyd . . . . | 6,77 | 6,85 } | 48,3 |
| Doppeltschwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd | 35,85 | 39,92 } | |
| Schwefelsaure Talkerde . . . . . | 26,88 | 17,10 | 20,8 |
| Schwefelsaure Kalkerde . . . . . | 2,22 | 6,71 | 0,0 |
| Wasser und Verlust . . . . . | 28,28 | 31,42 | 30,9 |

Die zweite Analyse ist die sicherste für die Quantität des Wassers. Berzelius nimmt an, dafs im Bittersalz das Oxygen des Wassers fünfmal das der Base ist, und schliefst daraus, dafs im doppeltschwefelsauren Eisenoxydul-Oxyd der Oxygengehalt des Wassers dreimal so grofs als der der Base sey. Uebrigens hält er in der Mischung alles, aufser diesem Eisensalz für fremdartig, selbst die schwefelsaure Talkerde, die in den drei Analysen von 17 bis beinahe 27 vom Hundert beträgt.

Einer der Begleiter des Botryogens ist ein schön schwefel- und citronengelbes Mineral, als krystallinisches Pulver, welches ich für das von Berzelius angeführte basisch schwefelsaure Eisenoxyd halte. Ein ähnliches Mineral kommt auch und zwar in ziemlich ansehnlicher Menge, ebenfalls als schwefelgelbes krystallinisches Pulver, zu Goslar am Harze vor. Man nennt es dort *Misy*; auch wird es unter diesem Namen von Hausmann *) mit aufgeführt. Es wird gut seyn den Trivialnamen *Misy* für das gelbe Salz aufzubewahren, wenn es einst besser beschrieben und als eigenthümliche Species im Mineralreiche aufgeführt werden wird, nicht aber denselben auf das rothe Salz zu übertragen, wie dieses Leonhard **) thut. *Misy* ist ein alter plinischer Name, dessen ursprüngliche Bedeutung wohl dem verwitterten und mit verschiedenen Salzen geschwängerten Alaunschiefer gegolten hat ***).

*) Handbuch, S. 1058.

**) Handbuch, S. 113.

***) Libr. XXXIV. Cap. 12.

## XV. *Ueber die Krystallform des Dichroits; von F. Tamnau.*

Haüy, der zuerst die Krystallform des Dichroits bestimmte, nahm die Gestalten desselben für rhomboëdrisch (6gliedrig, nach Weifs) an, worin ihm Leonhard, und in neuester Zeit Phillips folgten. Mohs war der Erste, der diese Formen als zu seinem prismatischen System (dem zwei und zweigliederigen, nach Weifs) gehörig erkannte, ohne jedoch Winkelmessungen anzugeben. Breithaupt endlich giebt in seiner neusten Ausgabe der Charakteristik des Mineralsystems Messungen an, die fast ganz mit den hier zum Grunde gelegten übereinstimmen, indem sie sich von Letzteren nur dadurch unterscheiden, dafs Hr. Professor Breithaupt die beiden verticalen Prismen zu 120° 32′ und 119° 28′ annimmt, während sie mir vollkommen 120° zu seyn schienen. Da indessen noch keine Winkelmessungen mit Hülfe des Reflexions-Goniometers an Dichroitkrystallen gemacht werden konnten, indem die Flächen derselben nicht glänzend genug waren, so dürfte diese Annahme wohl durch spätere Beobachtungen Veränderungen erleiden.

In den letzten Jahren sind zu Bodenmais in Baiern Dichroitkrystalle vorgekommen, die alle früher bekannten an Gröfse und Schönheit übertreffen. Besonders ausgezeichnete Reihen davon befinden sich in der Königl. Mineraliensammlung zu Berlin, deren vollständige Benutzung ich der Güte der HH. Professoren Weifs und G. Rose verdanke. Auch in dem Cabinet des Herrn Medicinalraths Bergemann, welches sich überhaupt zu den ausgezeichnetsten Sammlungen zählen darf, so wie unter meinen eigenen Mineralien befinden sich sehr ausgezeichnete Bodenmaiser Dichroitkrystalle. Leider fehlt es mir indessen ganz und gar an eben so guten Stücken

von Orijerfvi in Finnland, von Grenadille und Cabo de Gata in Spanien, und von Simiutack und Ujortlersoak in Grönland, so dafs es mir unmöglich war, die dort vorgekommenen Gestalten mit denen von Bodenmais zu vergleichen. An den übrigen Fundorten des Dichroits sind, soviel mir bekannt ist, nur derbe Varietäten vorgekommen, und nur vom Laacher-See ist mir noch ein Krystall davon bekannt, der sich in der oben erwähnten Sammlung des Hrn. Medicinalrathes Bergemann befindet.

An mehreren sehr deutlichen Krystallen wurde mit möglichst grofser Genauigkeit die Neigung von $T$ zu $T$ über $k$ (siehe Fig. 10. Taf. III.) zu 120° und die Neigung von $P$ zu $T$ zu 140° bestimmt, und diese Abmessungen den folgenden Berechnungen zum Grunde gelegt. Die ungleichschenkliche vierseitige Pyramide $P$ (Fig. 7. Taf. III.) wurde als Grundgestalt angenommen. Nennt man die Axe derselben $a$, die grofse Diagonale $b$, die kleine $c$, so ist das Verhältnifs derselben nach obigen beiden Annahmen:

$$a:b:c = 1:\sqrt{2,81635}:\sqrt{0,93879}$$

und daraus ergeben sich als Abmessungen der Grundgestalt:

Die Axenkante aus $b$ = 96° 52′ 43″
Die Axenkante aus $c$ = 134 57 28
Die Kante an der Basis = 100 0 0

Die beobachteten Flächen sind folgende:

| Bezeichnung nach Mohs | nach Weifs*) | in den Figuren |
|---|---|---|
| P—∞ | (∞a:∞b:c) | *M.* |
| P—1 | (a:b:½c) | *s.* |

P

*) Hr. Profess. Weifs nennt stets die senkrecht stehende Dimension c, die auf den Beobachter zulaufende a, und die mit demselben parallel gehende b; dagegen bezeichnet Hr. Prof. Mohs mit a stets seine Hauptaxe, die senkrecht stehende Dimension, und von den beiden andern die gröfsern mit b und die kleinern mit c. *T.*

| Bezeichnung nach Mohs | nach Weifs | in den Figuren |
|---|---|---|
| P | (a:b:c) | *P.* |
| $\bar{P}r$ | ($\infty$a:b:c) | *n.* |
| $\breve{(P)}^3$ | (a:$\frac{1}{3}$b:c) | *o.* |
| P+$\infty$ | (a:b:$\infty$c) | *T.* |
| $\ddot{(P}+\infty)^3$ | (a:$\frac{1}{3}$b:$\infty$c) | *d.* |
| $\breve{P}r+\infty$ | (a:$\infty$b:$\infty$c) | *k.* |
| $\bar{P}r+\infty$ | ($\infty$a:b:$\infty$c) | *l.* |

Aufser diesen Flächen tritt noch zuweilen eine Abstumpfung der Ecken zwischen *k*, *P* und *T* auf. Da es indessen nicht möglich war, eine auch nur oberflächliche Messung einer Kante dieser Fläche zu nehmen, und da sich durchaus kein Parallelismus der Kanten sehen liefs, so war ich nicht im Stande deren krystallographisches Zeichen zu bestimmen. Theils in der oben erwähnten Sammlung, theils während eines Aufenthaltes in Wien hatte ich Gelegenheit, folgende zahlreiche Combinationen zu beobachten:

1. *M.T.d.k* . . . . . Fig. 8. Taf. III.
2. *M.T.d.k.e* . . . . . Fig. 9.
3. *M.P.T.k* . . . . . Fig. 10.
4. *M.P.T.k.l* . . . . . Fig. 11.
5. *M.P.T.d.k* . . . . . Fig. 12.
6. *M.P.T.d.k.l* . . . . . Fig. 13.
7. *M.P.o.T.d* . . . . . Fig. 14.
8. *M.P.o.T.d.k.*
9. *M.P.o.T.d.l.*
10. *M.P.o.T.d.k.l* . . . . Fig. 15.
11. *M.s.P.o.T.d.*
12. *M.s.P.o.T.d.k* . . . . Fig. 16.
13. *M.s.P.o.T.d.l* . . . . Fig. 17.
14. *M.s.P.o.T.d.k.l.*
15. *M.P.n.T.d.l.*

16. *M.P.n.T.d.k.l.*
17. *M.s.P.n.T.d.l.*
18. *M.s.P.n.T.d.k.l* . . . Fig. 18.
19. *M.P.n.o.T.d.l.*
20. *M.P.n.o.T.d.k.l* . . . Fig. 19.
21. *M.s.P.n.o.T.d.l.*
22. *M.s.P.n.o.T.d.k.l* . . Fig. 20.

Die Krystalle erscheinen häufig sehr in der Richtung der Hauptaxe verkürzt. — Zwillingskrystalle mit deutlich einspringenden Winkeln sind mir mehrere vorgekommen, jedoch nicht deutlich genug, um das Gesetz ihrer Zusammensetzung zu bestimmen.

Die vorzüglichsten Winkel, unter denen die oben angeführten Flächen sich gegen einander neigen, sind folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *M*:*s* | = | 149° | 12′ 37″ |
| *M*:*P* | = | 130 | 0 0 |
| *M*:*n* | = | 149 | 12 37 |
| *M*:*o* | = | 115 | 50 53 |
| *s*:*s* | = | 150 | 20 27 |
| *s*:*s* über *n* | = | 127 | 22 6 |
| *s*:*P* | = | 160 | 47 23 |
| *P*:*P* | = | 134 | 57 28 |
| *P*:*P* über *n* | = | 96 | 52 43 |
| *P*:*o* | = | 151 | 19 1 |
| *P*:*n* | = | 138 | 26 21 |
| *P*:*k* | = | 131 | 33 38½ |
| *P*:*T* | = | 140 | 0 0 |
| *P*:*P* über *T* | = | 100 | 0 0 |
| *o*:*n* | = | 153 | 15 28 |
| *o*:*o* über *n* | = | 126 | 30 57 |
| *o*:*o* über *d* | = | 128 | 18 14 |
| *o*:*d* | = | 154 | 9 7 |
| *n*:*l* | = | 120 | 47 23 |
| *n*:*n* über *l* | = | 61 | 34 46 |
| *n*:*n* über *M* | = | 118 | 25 14 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $k:T$ | $=150°$ | $0'$ | $0''$ |
| $T:d$ | $=150$ | $0$ | $0$ |
| $d:l$ | $=150$ | $0$ | $0$ |
| $T:T$ über $k$ | $=120$ | $0$ | $0$ |
| $d:d$ über $l$ | $=120$ | $0$ | $0$ |

Die blaue Färbung des Dichroits scheint keineswegs ein wesentliches Kennzeichen für ihn zu seyn, denn ich habe mehrere Krystalle davon gesehn, die sehr durchscheinend und von fast vollkommen weifser Farbe waren, in welcher Richtung gegen die Axe man sie auch betrachtete. Sie sind in diesem Zustande, wenn man ihre Flächen nur unvollkommen sieht, sehr schwer von den Quarzkrystallen zu unterscheiden, mit denen sie zusammen im Magnetkies eingewachsen vorkommen.

---

## XVI. *Zweiter Nachtrag zu dem Aufsatz über die Metallreductionen auf nassem Wege; von N. W. Fischer.*

(Der erste Nachtrag findet sich in dies. Annal. Bd. 86. S. 603.

### I. Wiederherstellung des Osmium.

Dieses Metall wird, wie bekannt, als Oxyd im Wasser aufgelöst von allen Metallen bis zum Silber, und dieses mit begriffen reducirt.

Bei meinen Versuchen, und indem ich nur eine sehr verdünnte Auflösung dieses Oxyds im Wasser anwenden konnte, fand bei allen Metallen, selbst beim Zink, nur eine sehr schwache Reduction statt; hingegen mit einer Säure versetzt, erfolgt sie bei allen vollständig. Bei einigen Metallen, wie beim Zink, Eisen, Zinn und Kadmium, fällt das reducirte Osmium als ein bläulich- oder röthlichschwarzes Pulver nieder, welches in der ganzen Flüssigkeit zertheilt und lange schwebend erhalten, ihr eine blaue Farbe mittheilt; beim Silber, Quecksilber, Kupfer,

Antimon, Wismuth und Blei hingegen, legt sich das Osmium fest an diese Metalle an, besonders das Silber läuft daher mit verschiedenen Farben und zuletzt schwarz an, ohne dafs die Flüssigkeit selbst gefärbt wird. Beim Blei erfolgt die Reduction überhaupt sehr unvollständig, und nach einiger Zeit schlägt sich ein weifses Pulver nieder.

Sehr auffallend ist die Empfindlichkeit des Silbers für die Gegenwart des Osmiumoxyds, indem es in so verdünnte Auflösungen dieses Oxyds, dafs sie kaum Geruch zeigen, dieses farbige Anlaufen zeigt. Der Grund beruht hier auf der starken Anziehung des Silbers zum Osmium, so wie die Reduction der selenigen Säure auf die Anziehung zum Selen. Die Verbindung des Silbers mit dem Osmium ist zugleich sehr innig, so, dafs sie durch blofses Erhitzen keinesweges getrennt werden kann; dabei stellt sich die merkwürdige Erscheinung dar, dafs beim starken Erhitzen das geschwärzte Silber allerdings weifs erscheint, beim schwachen Anblasen mit der Löthrohrflamme hingegen, wieder regenbogenfarbig anläuft, wodurch dieses mit Osmium belegte Silber ein ähnliches Verhalten wie das Palladium zeigt, nur dafs bei diesem für beide Zustände eine höhere Temperatur nöthig ist. Und dieser Wechsel vom Verschwinden und Wiedererscheinen der Farbe kann zu wiederholten Malen hervorgebracht werden, nur mufs das Erhitzen nicht bis zum Glühen gehen, weil dann allerdings das Osmium getrennt und verflüchtigt wird.

Berzelius Angabe, dafs das reducirte Osmium nicht rein metallisch seyn könne, weil eine Säure zur Auflösung des gebildeten Metalloxyds fehlt, und weil das so erhaltene Osmium von Salpetersäure aufgelöst wird, welches das reine Metall nicht auflöst, scheint mir nicht begründet; denn, was den ersten Umstand betrifft, so habe ich bereits beim Silberoxyd gezeigt, dafs es ebenfalls blos im Wasser aufgelöst von mehreren Metallen reducirt wird.

Und dieses ist höchst wahrscheinlich bei allen Metalloxyden, in sofern sie im Wasser auflöslich, und als Salze leicht reducirbar sind, der Fall; auch zeigte sich bei meinen Versuchen kein wesentlicher Unterschied bei der Reduction durch alle Metalle, ob die bloſse wäſsrige Auflösung angewendet, oder ob sie mit Salpetersäure oder Salzsäure vermischt worden war, was doch nothwendig der Fall hätte seyn müssen, wenn, nach Berzelius Angabe, der bei Anwendung der blos wäſsrigen Auflösung erhaltene Niederschlag eine Verbindung des gebildeten Metalloxyds mit einer niedrigern Oxydationsstufe des Osmiums wäre. Ferner verhält sich auch das durch Metall reducirte Osmium ganz gleich mit dem durch Weingeist oder Aether aus der wäſsrigen Auflösung niedergeschlagenen; so z. B. zeigt auch dieses keinen Metallglanz, auch nicht beim Streichen des trockenen Pulvers; und auch dieses löst sich leicht in Salpetersäure auf.

Was nun dieses Verhalten der Salpetersäure noch besonders betrifft, so ist der Grund: daſs sie dieses aus der wäſsrigen Auflösung präcipitirte Metall so leicht auflöst, während sie das *reine*, wie Berzelius sich ausdrückt, nicht löst, was wohl nichts anders als das scharf getrocknete oder geglühete heiſsen muſs, indem wir doch dieses Metall auf keinem andern Wege als eben auf diesem nassen darzustellen vermögen; was also dieses Verhalten der Salpetersäure betrifft, so beruht es offenbar auf dem verschiedenen Cohäsionszustand des Metalls, der in so vielen andern Fällen eine ähnliche und auch noch gröſsere Verschiedenheit hervorbringt *). Endlich muſs

*) Berzelius selbst sagt kurz vor der angeführten Angabe über das reducirte Osmium wörtlich: (S. Lehrb. d. Chem. übers. von Wöhler, Bd. II. S. 143.) Osmium, welches einer höhern Temperatur ausgesetzt gewesen ist, wird nicht mehr aufgelöst, weder von der Salpetersäure, noch vom Königswasser; aber das so eben *gefällte* Metall löst sich etwas darin auf, obgleich nur sehr langsam.

hier noch bemerkt werden, dafs man bei dieser Reduction das Osmium mit der eigenthümlichen röthlichgrauen Farbe und vollkommenem Metallglanz dann erhalten kann, wenn das reducirende Metall, z. B. Zink, in Verbindung mit Platin in die Osmiumoxydauflösung gebracht wird. Da wo die Spitze des Platins das Glas berührt, legt sich das Osmium vollkommen metallisch an, und ragt das zweite Ende des Platins aus der Flüssigkeit heraus, so legt es sich als Metallhäutchen auf die Oberfläche der Flüssigkeit an.

### II. Wiederherstellung des Tellurs.

Dieses Metall wird aus seiner salpetersauren Auflösung durch Zink, Cadmium, Eisen, Zinn, Blei, Kupfer und Quecksilber reducirt, im Allgemeinen als schwarzes Pulver; beim Blei, welches überhaupt schnell und unter Luftentwicklung einwirkt, wird es in Dendriten abgesondert. Bei keinem erfolgt jedoch die Wiederherstellung alles Tellurs, sondern es wird nach Sättigung der Salpetersäure entweder ein Theil Oxyd als basisches Salz oder verbunden mit dem Oxyd des fällenden Metalls, als tellursaures Salz präcipitirt, wie dieses im Allgemeinen bei der Reduction aller metallischen Säuren — zu welcher auch das Telluroxyd, besonders rücksichtlich dieses Verhaltens, gehört — der Fall ist, und wie ich dieses bei den Säuren des Arseniks bereits nachgewiesen habe. Am vollkommensten erfolgt die Reduction durch Zink und Cadmium, beim Eisen scheidet sich nach einiger Zeit Telluroxyd aus; beim Blei tellursaures Bleioxyd; eben so beim Quecksilber tellursaures Quecksilberoxyd; das Zinn schlägt nach der anfänglichen Ausscheidung des reducirten Metalls ein schwarzes Pulver, eine Legirung beider Metalle oder eine Verbindung des Zinnoxyds mit Tellursuboxyd oder Oxydul nieder, ähnlich dem Product, welches das Zinn oder ein Zinnoxydulsalz mit der Gold-, Platin-, Silber- und Palladiumauflösung hervor-

bringt. In manchen Fällen, bei viel freier Salpetersäure, wird auch hier nach einiger Zeit das weifse Telluroxyd präcipitirt, oder auch die angegebene Verbindung des Zinns in ein weifses Salz — tellursaures Zinnoxyd — umgeschaffen. Am Kupfer legen sich metallische grünlich gefärbte Blättchen an, wahrscheinlich eine Legirung beider Metalle, oder eine Verbindung beider im niedrigern Oxydationszustand.

Als reducirendes Metall wirkt das Tellur nur auf Gold-, Platin-, Silber- und Palladiumauflösung, und zwar bei allen erfolgt die Reduction nur sehr langsam und unvollständig. Am schnellsten ist die Wirkung auf Goldauflösung; das Tellur überzieht sich mit Gold, dadurch hört aber alle fernere Wirkung auf, und zwar selbst bei höherer Wärme.

Noch langsamer erfolgt die Reduction des salpetersauren Silbers. Das schwarze Pulver, welches niederfällt, ist jedoch nicht metallisches Silber, nimmt daher beim Glätten nicht Metallglanz an, sondern eine Verbindung beider Metalle im niedrigsten Oxydationszustande, wie das Verhalten zur Salpetersäure und zum Ammoniak darthut. Noch weit langsamer ist die Wirkung auf Platin- und Palladiumauflösung, und das ausgeschiedene Pulver scheint hier von derselben Art wie beim Silber zu seyn.

### III. Wiederherstellung der Metalle durch Legirungen.

Es ist leicht vorauszusehen, dafs, so wie die Legirungen in Rücksicht ihrer physischen und zum Theil auch chemischen Eigenschaften ein ganz anderes Verhalten zeigen, als das Mittel beider Bestandtheile vermuthen läfst, sie auch ganz verschieden in Rücksicht der Reduction wirken werden. Die hierüber angestellte Untersuchung, die auf den ersten Blick sehr weitläufig zu werden versprach, liefs jedoch bei näherer Ueberlegung eine bedeutende Beschränkung zu, wie aus Folgendem hervorgeht:

Eine Legirung kann nur dann die Reduction eines aufgelösten Metalls bewirken, wenn entweder beide — und wie sich's von selbst versteht, ist hier nur die Rede von Legirungen aus zwei Metallen — oder eines von beiden das Aufgelöste wieder herzustellen im Stande ist. Im letztern Falle wird die Reduction um so sicherer erfolgen, je mehr dieses positivere Metall an Menge das negative der Legirung übertrifft, oder je weniger innig oder chemisch die Verbindung ist. (Als Prüfstein dieses letztern Umstands kann das Verhalten zu denjenigen Säuren dienen, welche das positive leicht, das negative hingegen nicht auflösen. Ist die Verbindung chemisch, so werden dann diese Säuren kaum oder schwach einwirken, ist sie hingegen blos mechanisch, so erfolgt die Auflösung beinahe eben so leicht als bei Einwirkung auf das positive Metall allein.) Dafs umgekehrt niemals eine Reduction erfolgen wird, wenn keins der beiden Metalle sie zu bewirken im Stande ist, versteht sich von selbst. Folgende Ergebnisse dieser Versuche verdienen wohl einer besonderen Erwähnung:

1) Messing, als Blech oder Draht, reducirt leicht Silber- und Quecksilbersalze, aber weder Kupfer-, noch Blei-, noch Zinnsalze.
2) Zink-Silber reducirt ebenfalls leicht und vollkommen Silber- und Quecksilbersalze, aber keine eines mehr positiven Metalls, selbst nicht salpetersaures Kupfer, mit Ueberschufs an Säure. Aehnlich verhält sich die Legirung des Silbers mit Zinn und Blei.
3) Die Legirung des Silbers mit Kupfer reducirt nur die Quecksilbersalze, und zwar selbst bei Anwendung von zwölflöthigem Silber, bei noch gröfserem Gehalt hört die Reduction auf.

### IV. Wiederherstellung der Metalle durch nicht metallische Körper.

1) Phosphor reducirt Gold, Silber, Platin, Palladium, Osmium, Quecksilber und Kupfer. Bei allen ist

kein wesentlicher Unterschied, in welcher Säure das Metall aufgelöst ist; beim Silber und Gold erfolgt sogar die Reduction eben so gut aus den alkalischen Auflösungen dieser Metalloxyde oder der Metallsalze; ausgenommen beim Kupfer, welches, in Salzsäure aufgelöst, aus dem Grunde nicht reducirt wird, weil es in salzsaures Kupferoxydul übergeht und aus der Auflösung niederfällt.

2) Schwefel wirkt bei gewöhnlicher Temperatur gar nicht, bei erhöheter reducirt er das Gold. Der Schwefel erscheint dann an einzelnen Stellen wie mit Goldadern durchzogen. Beim Silber erfolgt ebenfalls die Reduction nur bei erhöheter Temperatur, und der Schwefel überzieht sich mit *Schwefelsilber*. Die übrigen Metalle werden nicht reducirt.

3) Kohle reducirt, wie schon aus Rumford's Versuchen hervorgeht, bei gewöhnlicher Temperatur und ohne Einwirkung des Lichts nicht; bei erhöheter Wärme, und zwar selbst noch unter dem Siedepunkte des Wassers, erfolgt auch beim Ausschlufs des Lichts die Reduction des Goldes und Silbers. Das Erstere überzieht die Kohle als eine glatte metallische Fläche; das Silber hingegen legt sich an einzelnen Stellen in vollkommen metallisch glänzenden Dendriten an.

4) Selen reducirt nur bei erhöheter Temperatur die Goldauflösung. Das Gold überzieht vollkommen metallisch das Selen, wodurch die fernere Reduction der Auflösung verhindert wird. Silber, Platin und die übrigen Metalle werden nicht reducirt.

## XVII. *Vulcanische Hebungen in den Molucken.*

Unbezweifelt ist die Bildung neuer Inseln im Meere, das Entstehen neuer Berge des Festlandes durch vulcanische Thätigkeit ein Gegenstand von der höchsten Bedeutung. Der Einfluſs, welchen Vorfälle dieser Art von Zeit zu Zeit auf die Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde geübt haben, beweiset es deutlich. Die Erhebung des *Troezenischen* Hügels bei *Methone*, das unerwartete Erscheinen des *Monte nuovo* bei *Pozzuoli*, das mehrfach wiederholte Entstehen neuer Inseln in der ringförmigen Umwallung des Erhebungs-Craters von *Santorin*, und ähnliche Erscheinungen mehr, sind in alter und neuer Zeit die Quellen von fast eben so viel geologischen Theorien geworden. Ansichten dagegen, welche den erhebenden und zerreiſsenden Kräften des Innern einen kaum bemerkenswerthen Antheil an der Bildung der Massen, welche die Erdrinde zusammensetzen und an der Vertheilung der Höhen und Tiefen in ihrem gegenwärtigen Zustande gestatteten, konnten sich nur in Ländern ausbilden, welche dem Schauplatze solcher Vorgänge fern liegen.

Wichtiger indeſs noch und von dauerndem Einfluſs auf die Gestaltung der Wissenschaft sind diese Ereignisse geworden, seit die Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher sich den eigenthümlichen Verhältnissen ihres Auftretens in verschiedenen Gegenden der Erde mehr zugewendet hat. Die *phlegräischen Felder Campaniens* und die Umgebungen des *Aetna* konnten ihren Beobachtern nur das Beispiel neugebildeter Berge darbieten, welche mit den allgemein verbreiteten Gebirgen der Nachbarländer keinen Vergleich dulden. Die regelmäſsig geschichtete Kalksteinkette der Apenninen und das ähnlich gebildete Küstengebirge Siciliens konnten weder durch die Substan-

zen, von denen sie gebildet werden, noch auch durch die Anordnung ihrer Bestandtheile, nur im entferntesten an jene regellosen Anhäufungen lose ausgeworfner Massen erinnern, aus welchen der Schlackenkegel von *Pozzuoli* und der später entstandene *monte rosso* bei *Nicolosi* bestehn. Die Zeiten sind lange vorüber, in welchen man noch mit Lazzaro Moro voraussetzen durfte, dafs auch alle geschichteten und organische Reste umschliefsenden Gebirgsarten nur ein vom Wasser modificirtes Aggregat von vulcanischen Auswürflingen seyen; sehr neu dagegen ist die Belehrung, dafs nicht alle, ja die wenigsten neu entstandenen Berge und Inseln vulcanischen Ursprungs den erwähnten Erhebungen gleich gebildet wurden.

Die Beobachtungen Alexander von Humboldt's in den vulcanischen Districten von America, die Wahrnehmungen, welche gleichzeitig Leopold von Buch an den *Puys der Auvergne* und später mit so grofsem Erfolg im Gebiete der canarischen Inseln anstellte, zeigten zuerst, dafs Quadratmeilen Landes durch vulcanische Kräfte gehoben, dafs die Schichten verschiedenartig gebildeter Gebirgsarten zerrissen und aufgerichtet werden, und dafs die Inseln, die dem Meere entsteigen, dem wesentlichsten Theil ihrer Masse nach, Theile des Meeresgrundes selbst sind, durch dessen Zerreifsung und Erhebung die unterirdischen Expansiv-Kräfte sich Bahn brachen. Schon eine aufmerksame Verfolgung des Ganges der Erscheinungen, die uns von der Bildung der letzten Insel bei *Santorin* berichtet werden, hätte dazu beitragen können, so folgenreiche Thatsachen wahrscheinlich zu machen. Denn erst lange, ja fast einen vollen Monat später, als die Hauptmasse der neuen Insel unter heftigen Erschütterungen des benachbarten Landes an die Oberfläche getreten war, begann unmittelbar neben ihr ein vulcanischer Ausbruch. Da erst entstiegen dem Meere Rauch, Flammen und Asche Bimmsteine und Schlacken

wurden herausgeschleudert, und bildeten eine lose aufgeschüttete Decke auf der zusammenhängenden Grundlage *). —

Das merkwürdige Beispiel der vulcanischen Hebung einer ansehnlichen Landstrecke an der Küste von Chili, welche successiv in verschiedenen Perioden erfolgte, und von welchem in diesen Annalen berichtet worden, mit ihm unleugbare Beweise für ähnliche Ereignisse, welche sich namentlich an mehreren Punkten der Küste Italiens **), an den hebridischen Inseln ***) u. s. w. haben wahrnehmen lassen, schliefsen sich unmittelbar an diese

*) Die kurze Darstellung, welche wir von den wesentlichsten dieser Vorgänge aus dem Berichte des Pater Bourignon an den Marquis de Ferriol genommen, in der Schrift eines deutschen Geologen finden, welcher zuerst die Erhebung neuer Berge und Inseln einer critischen Betrachtung unterwarf, ist in der That so musterhaft, dafs es vielleicht nicht ganz überflüssig erscheint, sie wörtlich hieher zu setzen. — Wir lesen in *Raspe: specimen etc. de novis e mare natis insulis* 1763. *p.* 48.

*Post terrae motum d.* 23. *Jun.* 1707, *absque ullo ulteriori fragore, motu oculis sensibili, nonnunquam tamen inaequali et remittente, ex immensi antea maris profunditate rupes antea non visa prodiit. Rupes illa albi coloris et rotundae figurae. Terra quae inhaerebat levior, argillae similis. Inhaerebant et ostreae saporis exquisitissimi. — — Tandem d.* 16. *Juli fumus supra mare visus est, simulque prope hanc rupem jugum octodecim aliarum, obscuri et adusti coloris. Ad diem* 19. *Juli ardere coeperunt etc.*

Merkwürdig ist es, dafs derselbe Naturforscher schon sehr wohl einsah, wie wichtig es seyn müsse, die innere Structur jener neu erhobenen Inseln kennen zu lernen, und durch Beobachtungen auszumitteln, was Buffon noch für sehr unwahrscheinlich hielt: *An recens natarum insularum eadem sit interna structura et stratorum ordo, quam terrae continentis?* Ein Räthsel, dessen Lösung er von der Zukunft hoffte: *si itinere in unam alteramve novarum insularum suscepto per virum hujusmodi rerum peritum certiores fierimus.* —

**) S. u. a. Brocchi in d. *Bibl. italiana.* 1821. Septbr.

***) S. u. a. Vetch in den *Geological Transact Sec. Series, Vol. I. part. II.* 416.

Reihe von Thatsachen an, welche den geologischen Ansichten unserer Tage eine so veränderte Gestalt gegeben haben. Die lehrreiche Darstellung Leopold v. Buch's über die Natur der vulcanischen Erscheinungen, und die sorgsamen Arbeiten des Hrn. von Hoff in seinem wichtigen Werke über die Veränderungen der Erdoberfläche, enthalten eine critische Aufzählung aller bis jetzt bekannten Fälle vom Entstehen neuer Berge und Inseln durch vulcanische Thätigkeit. Es wird daher unstreitig nicht unwillkommen seyn, den bestehenden noch einige Nachrichten ähnlicher Art hinzuzufügen, welche aus andern Gegenden der Erde neuerdings berichtet worden sind.

Wir entnehmen diese Nachrichten aus einer vor Kurzem zu Leyden erschienenen Dissertation *), deren Verfasser, Herrn van der Boon Mesch, es gestattet war, die zahlreichen, bis jetzt nur noch handschriftlichen Nachweisungen zu benutzen, welche Herr Reinwardt, Professor zu Leyden, während seines mehrjährigen Aufenthaltes auf Java und den moluckischen Inseln zu sammeln Gelegenheit fand. — Es sind zwei Ereignisse der Erhebung neuen Landes in einem Gebiete, das um so merkwürdiger ist, weil es den Vereinigungspunkt von drei mächtigen vulcanischen Reihen, den Schaarungspunkt von eben so viel gigantischen Spalten bildet, welche die Massen der Continente von Asien und Australien begränzen. Das am ausführlichsten beschriebene trug sich neben dem thätigen Vulcan *Gonung Api* in der Gruppe der *Banda*-Inseln zu, der, wie wir aus anderweitigen Nachrichten **) wissen, im Julius 1820 seinen letzten sehr heftigen Ausbruch hatte. Auf der Westseite der Insel, die er bildet, befand sich damals noch eine weite vom

*) Sie führt den Titel: *De incendiis montium igni ardentium insulae Javae, eorumque lapidibus, disputatio geologica. Lugduni Batav.* 1826.

**) *Asiatic Journal and monthly Register XI. p.* 201., *XII. p.* 488.

Meere erfüllte Bucht. In dieser erhob sich eine mächtige Masse von schwarzem Gestein, welche gegenwärtig beträchtlich über dem Wasser hervorragt, und die Meeresbucht ausfüllend sich mit dem Fufse des Berges vereinigte. Herr Prof. Reinwardt besuchte diese merkwürdige Stelle im J. 1821. Er erfuhr dort, dafs die Erhebung derselben ohne alles Geräusch erfolgte, und dafs die Bewohner der nächsten bewohnten Insel Neira, welche auf der entgegengesetzten Seite des Berges liegt, erst von dieser neuen Erscheinung in Kenntnifs gesetzt wurden, als sie das Meer sich erhitzen sahen und als die Erhebung schon vollendet war. Herr Reinwardt fand den Ort noch sehr heifs, und die neu erhobne Masse stiefs siedendheifse Dämpfe aus. Er bemerkt ausdrücklich, dafs es ein Felsen von *basaltischer Natur* und aus grofsen Massen bestehend war, ohne Vermischung mit Asche und Lapilli, deren Aufschüttung seiner Entstehungsweise fremd ist. — An der Basis des *Gonung Api* selbst beobachtete er deutlich, dafs der gröfseste Theil dieser Masse aus dicken Schichten bestand, welche eine geneigte Lage hatten, und zwar so, dafs die Mitte derselben aufgerichtet und gekrümmt war, und er folgert daraus, dafs sie während der Erhebung in einem erweichten Zustande gewesen sey *). —

Wir finden ferner noch kurz erwähnt, dafs sich ein völlig gleichartiges Ereignifs an der Küste von *Ternate*

*) Leider ist an der angeführten Stelle (p. 86.) die Eruption des Vulcanes ganz mit Stillschweigen übergangen, und wir wissen daher nicht, ob die Erhebung gleichzeitig, kurz vor oder nachher statt fand; auch finden wir keine Nachricht von der ungefähren Höhe, welche der neue Felsen über dem Meere erreichte. Aus einer späteren Bemerkung (p. 87.) müssen wir schliefsen, dafs der Berg gerade ruhig war, als die Erhebung erfolgte; indefs sind die Einzelnheiten dieser Beschreibung überhaupt sehr undeutlich, und wir müssen daher sehr wünschen, dafs es Herrn Reinwardt gefallen möge, recht bald seine wichtigen Beobachtungen in einer eigenen Arbeit dem Publicum vorzulegen. —

zutrug. Die Masse des dort erhobenen Gesteines war völlig dieselbe wie auf Banda. Sie ragt am Abhange des Berges dieser Insel aus dem Meere hervor, und ihr Umfang ist noch gröfser. Die Zeit aber, in welcher diese Erhebung sich zutrug, ist nicht bemerkt. —

*F. H.*

---

## XVIII. *Notiz über die warmen Mineralquellen in den Alpen und Pyrenäen.*

In einer Mittheilung an die Herausgeber des *Philosophical Magazine* (*January* 1828, *p.* 14. *sq.*) finden wir einige bemerkenswerthe Nachweisungen über das häufige Vorkommen von heifsen Mineralquellen im Gebiete der penninischen Alpen von Herrn Rob. Bakewell. Der Verf. bemerkt, dafs die meisten derselben erst seit Saussure's Reisen in diesen Gebirgen entdeckt worden sind, und zählt deren folgende auf. — Zu *Naters* im obern Wallis mit 24° R. Temperat., zu *Leuk* mit 37,7 — 42° R., im Thal von *Bagnes* (verschüttet im J. 1545), im *Chamouni* (1821 entdeckt), *St. Gervaise* am Montblanc mit 27,5 — 29,3° R. (1806 entdeckt), *Aix les Bains* in Savoyen 35,5 — 37,7° R. mit zahlreichen heifsen Quellen in der Umgegend, *Moutiers* in der Tarentaise, *Brida* in Tarentaise (früher verschüttet und 1819 wieder hervorgetreten) 27 — 29° R., *Saute de Pucelle* zwischen Moutiers und St. Maurice, *Courmayeur* und *St. Didier* am südlichen Absturze des Montblanc mit 27° R., einige bei *Grenoble* (im Jahre 1820 entdeckt). Die Austrittsorte aller dieser Quellen liegen, nach Hrn. B's Beobachtungen, theils im Urgebirge der Centralkette selbst, theils, und zwar am häufigsten am Rande derselben, an der Gränze des Urgebirges mit den Secundär-Formationen. Er glaubt daher, in Ermangelung aller neueren vulcani-

schen Gebirgsarten in diesem von so gewaltigen Zerreifsungen heimgesuchten Theile der Alpen, das Erscheinen dieser Quellen, deren wahrscheinlich noch eine grofse Menge bis jetzt unbekannt geblieben ist, als einen hinlänglich begründeten Beweis ansehn zu dürfen, dafs sich unter der Urgebirgskette ein gemeinsamer Heerd der Erhitzung befinde, dessen Wirkungen in früheren Perioden im Stande waren, ihre gegenwärtige Stellung zu erzeugen Dafs der Sitz dieser mineralischen Quellen übrigens in der That im Urgebirge selbst gesucht werden müsse, ergiebt sich unter andern auch noch aus der merkwürdigen Thatsache, dafs deren in der hohen Kette des Berner Oberlandes, welche von einer mächtigen Decke von Flözgebirgsmassen gebildet wird, so wenige und so unbedeutende gefunden werden. — Es erscheint wichtig, mit dieser, fast allgemein in so vielen Theilen der Erde wieder erkannten Erscheinung, welche die Theorie von Entstehung der Gebirge einen Schritt weiter geführt hat, eine noch wenig bekannt gewordene Nachweisung von Palassou über die zahlreichen warmen Mineralquellen der Pyrenäen zu vergleichen. Wir ersehen nämlich aus den fleifsigen Zusammenstellungen dieses unermüdlichen Beobachters (*Mem. pour servir à l'hist. naturelle des Pyrénées* 1815, *p.* 435. *sq.*), dafs nicht nur die Hauptmasse der heifsen Quellen dieses Gebirges im Gebiete des grofsen Granit-Bezirks an der östlichen Seite (im Roussillon, zwischen den Thälern des Tech und der Teta) liegt, sondern dafs auch alle die andern nur in Schluchten des jüngern Gebirges austreten, in welchen der Granit an der Basis der Abhänge aus der Tiefe hervortaucht; ja es ist merkwürdig, dafs sich auch nach der verschiedenen Offenheit des Ursprunges aus der krystallinischen Axe des Gebirges selbst die Höhe der Temperatur dieser Quellen auf eine auffallende Weise richtet; so zeigen die Quellen im *Roussillon* bei Olette 70° R., die Bäder von *Dax* im Ländchen Foix 66° Reaum., die wärmsten von

*Bag-*

*Ragnères de Luchon* weiter westlich 50°, die von *Barrèges* 40°, die eaux bonnes und eaux chaudes im Thale von *Ossau* höchstens 30°, und endlich die von *Cambo*, nicht fern von Bayonne und am fernsten von der Haupt-Granitmasse liegend nur 17°.

---

## XIX. *Ueber die Zusammendrückung des Wassers in Gefäfsen von verschiedener Zusammendrückbarkeit; von J. C. Oersted.*

Unter den Aufgaben, welche sich bei den Untersuchungen über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten darbieten, ist, bei Gelegenheit einer von der Pariser Academie der Wissenschaften aufgegebenen Preisfrage auch die zur Sprache gebracht: Welchen Einfluſs die Zusammendrückbarkeit der Wände des Gefäfses, das den Gegenstand des Versuches einschlieſst, auf die Resultate haben würde. Dieser Einfluſs kann unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Einige Physiker haben geglaubt, daſs die Wände des Gefäfses nach allen Richtungen zusammengedrückt werden, so daſs das Gefäſs durch den Druck, welcher ihm von der zusammengedrückten Flüssigkeit mitgetheilt wird, an Capacität verliere. Andere dagegen haben geglaubt, daſs dieser Druck nur die Wirkung auf das Gefäſs ausübe, daſs es seine Wände dünner mache. In diesem Falle wird die Capacität des Gefäfses durch den Druck ein wenig vergröſsert, aber um eine sehr unbeträchtliche Gröſse. Ich bin immer dieser letzteren Meinung gewesen. Die Gründe für die eine oder die andere dieser Meinungen sind zu bekannt, als daſs man sie hier zu wiederholen brauchte. Ich begnüge mich daher mit einem Berichte von Versuchen, durch welche ich gesucht habe die Frage zu entscheiden.

Ich habe die Zusammendrückung des Wassers in Gefäfsen von sehr verschiedener Zusammendrückbarkeit vorgenommen. Da die Zusammendrückbarkeit des Blei's mehr als 18 Mal gröfser ist, als die des Glases, so habe ich bei meinen neuen Versuchen hauptsächlich von diesem Metalle Gebrauch gemacht. Die HH. Colladon und Sturm haben, in ihrer schönen Arbeit über die Zusammendrückung der Flüssigkeiten, zuvor die Verlängerung, die ein Glasstab durch einen gewissen Zug erleidet, gemessen, und nach diesem Versuch die Längenzusammenziehung des Glases auf 11 Zehnmilliontel für den Druck von einer Atmosphäre festgesetzt. Da sie meinen, dafs die Wände des Gefäfses, worin die Flüssigkeit eingeschlossen ist, nach allen Richtungen zusammengedrückt werden; so folgern sie, dafs das Glasgefäfs, worin die Zusammendrückung des Glases beobachtet wird, 33 Zehnmilliontel von seiner Capacität durch den Druck von einer Atmosphäre verliere, und dafs man diese Gröfse der scheinbaren Zusammendrückung des Wassers hinzufügen müsse, um die wahre Zusammendrückung desselben zu erhalten. —

Nach den Versuchen des Hrn. Tredgold, welche derselbe in seinem vortrefflichen Werke über die Stärke des Gufseisens und anderer Metalle anführt, wird eine Bleistange, deren Querschnitt einen Quadratzoll englischen Maafses beträgt, um $\frac{1}{4850}$ durch einen Zug von 1500 engl. Pfunden verlängert. Ein gleiches Gewicht würde die Stange um dieselbe Gröfse verkürzen. Ein Druck von 1500 englischen Pfunden auf einen engl. Quadratzoll ist gleich dem Drucke von 101,7 Atmosphären. Diefs macht für den Druck von einer Atmosphäre eine Längen-Verkürzung von 0,00002048. Eine Berechnung, nach dem von den HH. Colladon und Sturm angenommenen Satze, giebt für eine Flasche von Blei eine Capacitäts-Verringerung von 0,00006144. Da, nach diesen beiden Physikern, die Zusammendrückung des Wassers, durch

eine Atmosphäre, nur 51 Milliontel und, nach meinen Versuchen, noch weniger beträgt; so mufs das Wasser, wenn es in bleiernen Gefäfsen zusammengedrückt wird, eine scheinbare Ausdehnung zeigen. Hätte auch der geschickte englische Baumeister bei seinen Versuchen eine zu grofse Gröfse gefunden, hätte er sich sogar um mehr als die Hälfte geirrt, welches zu glauben ich weit entfernt bin; so müfste dennoch der hier in Rede stehende Versuch entscheidend seyn.

Die bleierne Flasche, deren ich mich bediente, war an der Mündung mit einem messingenen Ringe eingefafst, worin ein hohler Glasstöpsel, in dem eine gut calibrirte Glasröhre steckte, vollkommen schlofs, da er darin gut eingerieben war. Nachdem das Wasser von Luft befreit worden, wurde der Stöpsel mit seiner Röhre aufgesetzt, und zwar so, dafs keine Luft unter dem Stöpsel bleiben konnte und das Wasser in die Röhre steigen mufste. Die obere Oeffnung der Röhre war mit einer kleinen Glocke von kegelförmiger Gestalt bedeckt. Es versteht sich, dafs die Röhre mit einer Skale versehen war. Uebrigens wurde der Versuch über die Zusammendrückung des Wassers mit dieser Flasche eben so angestellt, als ich ihn früher mit Glasflaschen angestellt habe.

Die nämliche Röhre mit ihrem Stöpsel, welche ich zu dem Versuche mit der Bleiflasche gebrauchte, hatte ich sehr oft zu Versuchen mit einer Glasflasche angewandt, in deren Mündung der Stöpsel gleichfalls eingeschliffen worden war. Es war also leicht, die Versuche mit den beiden Flaschen mit einander zu vergleichen. Nach gemachter Reduction, wegen der Verschiedenheit ihrer Capacitäten, fand ich, dafs die scheinbare Zusammendrückung in der Bleiflasche ein wenig gröfser war, als in der Glasflasche. Dieser Unterschied überstieg, für den Druck von einer Atmosphäre, nicht 2 Milliontel vom Volumen des Wassers. Diefs Resultat stimmt vollkom-

men mit meiner Meinung überein, und ist der von mir bestrittenen durchaus entgegen.

Aehnliche Versuche habe ich mit Flaschen von Messing und Zinn angestellt, und dabei ähnliche Resultate erhalten. Ausführlich werde ich meine sämmtlichen Versuche über die Zusammendrückung der Flüssigkeiten im 4. Bande der Denkschriften der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen bekannt machen. Hier begnüge ich mich zu bemerken, dafs man bei den besprochenen Versuchen sich vor den Luftblasen in Acht zu nehmen habe, die oft bei fortgesetzter Berührung des Wassers mit dem Metalle gebildet werden. Wenn das Wasser einen Tag hindurch in der Bleiflasche gestanden hat, finden sich fast beständig kleine Luftblasen. Ich glaube auch gefunden zu haben, dafs das Wasser eine gröfsere Zusammendrückbarkeit zeigt, wenn es nur kurze Zeit mit einer Fläche, sie sey von Glas oder von Metall, in Berührung gestanden hat. Ich bin noch mit Versuchen über diesen Gegenstand beschäftigt.

---

## XX. *Ueber die Ausziehung elastischer Drähte und Platten; von Herrn Poisson.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p.* 384.)

Es sey $a$ die Länge eines elastischen Drahtes, welcher überall dieselbe Dicke besitzt, $b$ der Flächenraum eines Querschnitts senkrecht gegen die Länge des Drahts, und folglich $ab$ sein Volumen. Man nehme an, dafs er um etwas ausgezogen werde, so dafs seine Länge $a(1+\alpha)$ wird, wo $\alpha$ ein sehr kleiner Bruch ist. Zugleich wird der Faden dünner werden. Wenn man nun mit $b(1-\beta)$ das bezeichnet, was der Flächenraum des senkrechten Querschnitts wird, wo $\beta$ ebenfalls ein kleiner Bruch ist; so wird sein neues Volumen sehr nahe $= ab(1+\alpha-\beta)$.

Zufolge der Theorie elastischer Körper, die ich künftig in einer Abhandlung aus einander setzen werde, mufs man haben:

$$\beta = \tfrac{1}{2}\alpha$$

woraus folgt, dafs ein elastischer Faden, durch die Verlängerung $\alpha$, in dem Verhältnifs $(1+\frac{1}{2}\alpha):1$ an Volumen zunimmt, und im umgekehrten Verhältnisse an Dichte abnimmt.

Diefs Resultat stimmt völlig mit einem Versuche überein, den Hr. Cagniard-Latour neuerlich der Academie mitgetheilt hat. Er ist folgender.

Hr. C. nahm einen Messingdraht und tauchte ihn in ein mit Wasser gefülltes Rohr. Das so eingetauchte Stück des Drahts hatte eine Länge von $2^{m},03$. Das untere Ende desselben berührte den Boden. Er zog den Draht, ohne ihn auszudehnen, in die Höhe, so dafs jenes Ende sich $6^{mm}$ über dem Boden befand; er bemerkte dabei, dafs das Wasser sich um $5^{mm}$ in dem Rohre gesenkt hatte. Er befestigte hierauf das Ende des Drahts am Boden des Gefäfses und verlängerte ihn hierauf durch einen Zug nach seiner Länge, um $6^{mm}$; seine Dicke nahm ab, und das Wasser in dem Rohr fiel um $2^{mm},5$ oder um halb so viel als vorhin. Der Verfasser schlofs hieraus, dafs in Folge dieser Verlängerung das Volumen des Drahtes zugenommen habe.

Um die Gröfse dieser Volumenszunahme zu erfahren, und sie mit der, die nach der Theorie statt finden soll, zu vergleichen, nehme ich wieder die vorherigen Bezeichnungen an; überdiefs nenne ich $h$ die Höhe, in welcher sich das Ende des Drahts, nachdem man diesen gehoben hat, sich über dem Boden der Röhre befindet, und $c$ die Wassermenge, welche unter das ursprüngliche Niveau gefallen ist. Diese Gröfse mufs das Volumen $bh$ des Drahtes ersetzen, welches zwischen dem gehobenen Ende und dem Boden des Gefäfses befindlich ist. Man hat folglich:

$$bh = c$$

Bezeichnet man die Verlängerung des Drahts, wie vorhin, mit $a\alpha$, so hat man, da die Zunahme seiner Länge der Erhebung $h$ gleich ist,

$$a\alpha = h$$

Das Volumen des in Wasser getauchten Theils wird, nach dieser Verlängerung, seyn $ab(1-\beta)$, wenn man immer mit $b(1-\beta)$ das bezeichnet, was der Querschnitt senkrecht gegen die Länge geworden ist, und dabei bei dem Versuch des Hrn. Cagniard, gegen diese Länge, die Niveaudifferenz des Wassers vernachlässigt, d. h. $2^{mm},5$ gegen $2^{m},03$. Das Volumen des eingetauchten Theils, welches ursprünglich gleich $ab$ war, wird sich also um $ab\beta$ verringert haben; und da diese Volumendifferenz durch die Menge des nach der Verlängerung gesunkenen Wassers ersetzt worden ist, so hat man, wenn diese Wassermenge mit $c'$ bezeichnet wird:

$$ab\beta = c'$$

Eliminirt man $a$ und $b$ zwischen diesen drei Gleichungen, so kommt

$$\beta = \frac{c'}{c}\alpha$$

und da Hr. Cagniard $c'$ halb so grofs wie $c$ gefunden hat, so erhält man $\beta = \frac{1}{2}\alpha$, was genau mit dem Resultate der Theorie übereinstimmt.

Es sey $b$ der Flächenraum einer Platte oder Membrane, deren Dicke constant und gleich $a$ ist. Man nehme an, dafs diese Fläche nach allen Richtungen gleich stark ausgezogen werde, und dafs sie $b(1+\beta)$ werde, wo $\beta$ ein sehr kleiner Bruch ist. Zugleich wird die Dicke abnehmen. Wir bezeichnen mit $a(1-\alpha)$ das, was diese Dicke wird, wo $\alpha$ ebenfalls ein sehr kleiner Bruch ist. Das Volumen, welches $ab$ war, wird sich sehr nahe in $ab(1+\beta-\alpha)$ verwandeln. Nun hat man nach der oben angeführten Theorie

$$\alpha = \tfrac{1}{3}\beta$$

folglich nimmt das Volumen in dem Verhältnisse $(1+\frac{2}{3}\beta):1$ zu. Diefs Resultat ist indefs schwieriger als das vorhergehende durch einen Versuch zu bestätigen.

---

## XXI. *Auszug aus einer Arbeit über die bei der Verbrennung entwickelte Wärme;*

### *von Hrn. C. Despretz.*

(*Annales de chimie et de physique XXXVII. p.* 180.)

Diese Arbeit hat die Verbrennung des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Phosphors, mehrere Metalle u. s. w. zum Gegenstand. Der zu diesen Versuchen angewandte Calorimeter hat den Vorzug, dafs mittelst seiner die Wärme, die bei der Verbrennung eines jeden Körpers, selbst bei der Verpuffung von Schiefspulver entwickelt wird, gemessen werden kann. Er ist vorzüglicher als der von Rumford, der zu keiner genauen Messung tauglich war, und worin selbst Rumford niemals Kohle verbrennen konnte, geschweige denn, dafs er hätte Metalle verbrennen können. Diefs ist, wie ich glaube, das erste Mal, dafs man die bei der Verbrennung der Metalle entwikkelte Wärme mifst.

Es geht aus dieser Arbeit hervor, dafs für ein Gramm Sauerstoff

| | | |
|---|---|---|
| der Wasserstoff | entwickelt | 2578° |
| der Kohlenstoff | - - | 2967 |
| das Eisen | - - | 5325. |

Phosphor, Zink und Zinn entwickeln Wärmemengen, die wenig von der vom Eisen entwickelten abweichen. Die Zahlen sollen näher angegeben werden, sobald alle Versuche genugsam wiederholt worden sind, dafs man ihre Genauigkeit nicht mehr bezweifeln kann.

Unter allen Körpern ist also der Wasserstoff derjenige, welcher bei gleicher Menge von absorbirtem

Sauerstoff die wenigste Wärme entwickelt. Die Metalle entwickeln dagegen am meisten.

Es ist merkwürdig, dafs der Kohlenstoff, welcher das Volumen des Sauerstoffs ungeändert läfst, eine Wärmemenge entwickelt, die $\frac{3}{5}$ von der ausmacht, welche das Eisen und überhaupt die Metalle entwickeln.

---

## XXII. *Ueber die Verbrennung unter verschiedenem Drucke; von Hrn. C. Despretz.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 182.)

Es geht aus dieser Arbeit hervor, dafs die Wärmemenge, welche ein Körper entwickelt, der das Volumen des Sauerstoffgases nicht ändert, bei jeder Dichte dieses Gases die nämliche ist.

Diefs Resultat ist bis jetzt nur mit dem Kohlenstoff erhalten, aber es ist ungemein wahrscheinlich, dafs der Schwefel und die Körper, welche das Volumen des verbrennenden Gases nicht ändern, das nämliche Resultat geben werden.

Ich glaube, dafs die Wärmemenge, welche ein Körper entwickelt, der den gesammten Sauerstoff in den Zustand der Starrheit versetzt, um so geringer ist, je gröfser der Druck ist, und dafs der Unterschied die Wärme vorstellt, welche der Sauerstoff bei seiner Volumensverringerung verloren hat. Man hat also hiedurch ein Mittel, diese Wärme kennen zu lernen. Durch anderweitige Versuche, bei denen Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure eine Rolle spielen, wird es möglich zu erkennen, ob alle Gase bei gleicher Volumensverringerung dieselbe Wärmemenge abgeben oder nicht.

Aus den Versuchen, die mit Kohlenstoff unter verschiedenem Drucke angestellt sind, kann man noch eine sehr wichtige Folgerung ziehen, nämlich die: dafs, unter

dem angewandten Drucke, der Sauerstoff und die Kohlensäure durchaus gleiche Mengen von Wärme enthalten. Wenn die Versuche mit dem Schwefel auch unter verschiedenem Drucke eine gleiche Wärmemenge geben; so mufs man daraus schliefsen, dafs auch das Schwefligsäure-Gas und das Sauerstoffgas die nämliche Menge Wärme enthalten; und da die drei Gase, das Sauerstoff-, Kohlensäure- und Schwefligsäure-Gas, in ihren Eigenschaften sehr verschieden sind, so wird es erlaubt seyn, diese Folgerung auf alle Gase auszudehnen.

## XXIII. *Zerlegung eines pulverförmigen Minerals aus Nordamerica;*

*vom Grafen Trolle-Wachtmeister.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1827, *St.* 1.)

Bei *Hoboken* und *Slaten-Island*, bei New-York in den vereinigten Staaten, kommt ein mächtiges Lager von Talkformation vor, welches in Verbindung mit den Granitbergen stehen soll, die von New-York-Island ausgehen. Hier, im Serpentin, hat Hr. Pierce, neben einer Menge von kohlensaurer Talkerde, ein weifses pulverförmiges Mineral gefunden, welches nur sparsam vorkommt und für Talkerdehydrat angesehen wurde. Von diesem, völlig wie Magnesia alba aussehendem Minerale, habe ich von Hrn. Torrey in New-York eine geringe Quantität erhalten, welches mir Anlafs zu einer Analyse gegeben hat, die ich die Ehre habe hier mitzutheilen.

Eine Probe, welche zuerst durch gelinde Erwärmung und hernach unter der Luftpumpe vom hygroskopischen Wasser befreit worden war, wurde in einem Kolben geglüht, der in Verbindung stand mit einer Vorlage, die mit geglühtem, gröblich zerstofsenem Chlorcalcium gefüllt und am andern Ende zu einer feinen offenen Spitze aus-

gezogen war. Die Gewichtszunahme des letztgenannten Salzes wurde für den angegebenen Wassergehalt des Minerals angesehen, und was darüber erforderlich war, um den Glühverlust der Probe zu ersetzen, wurde als Kohlensäure betrachtet.

Das geglühte Mineral wurde mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, wobei einige gröfsere Bröckchen ungelöst blieben, welche sich vor dem Löthrohr theils wie Serpentin, theils wie Kieselsäure verhielten, und für mechanische Einmengungen angesehen wurden.

Die Lösung, eingetrocknet, hinterliefs einen kleinen Theil Kieselsäure. Aus der Flüssigkeit, in welcher Kalkerde aufgesucht aber nicht gefunden wurde, liefs sich mit kohlensaurem Ammoniak eine geringe Menge von Eisenoxyd fällen. Das übrige war Talkerde.

Die Analyse gab:

| | |
|---|---|
| Talkerde | 42,41 |
| Kohlensäure | 36,82 |
| Wasser | 18,53 |
| Kieselsäure | 0,57 |
| Eisenoxyd | 0,27 |
| Fremde Beimischungen | 1,39 |
| | 99,99. |

Wenn wir die Zusammensetzung der Magnesia alba ($=\dot{M}gAq^8+3\dot{M}g\ddot{C}^2$, deren Atomengewicht ist $=4618{,}68$), so finden wir für die Atomengewichte der Bestandtheile folgendes:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\dot{M}g$: | $516{,}72\times4$ | $=2066{,}86$ | $=44{,}75$ Proc. |
| $\ddot{C}$: | $275{,}33\times6$ | $=1651{,}98$ | $=35{,}77$ |
| Aq: | $112{,}48\times8$ | $=899{,}84$ | $=19{,}48$ |
| | | $4618{,}68$ | $100{,}00.$ |

Vergleichen wir hiemit das durch die Analyse erhaltene Resultat, so finden wir das procentische Verhältnifs

bei beiden sehr nahe übereinstimmend, und daraus ergiebt sich also, dafs das Mineral gleiche Zusammensetzung mit der Magnesia alba hat, und dafs es nur gemengt ist mit einer Spur von wasserhaltiger neutraler kohlensaurer und kieselsaurer Talkerde, so wie mit Bruchstücken der Bergarten, worin der untersuchte Stoff vorkommt.

Bei Berechnung der Zusammensetzung der Magnesia habe ich die älteren Atomengewichte angewandt. Bei Annahme der neueren, noch nicht allgemein bekannten, entsteht dasselbe Verhältnifs; aber die Formel mufs dann so ausgedrückt werden: $\dot{M}g\ddot{H}^4 + 3\dot{M}g\ddot{C}$.

---

## XXIV. *Ueber ein Mittel zur Messung mehrerer chemischen Actionen; von Hrn. Babinet.*

(*Ann. de chim. et de physiq. XXXVII. p.* 183.)

Es giebt eine grofse Menge von chemischen Prozessen, bei denen eine Gasentwicklung statt findet. Bei den Prozessen der Salzbildungen z. B. werden oft Wasserstoff, salpetrige Säure, Stickstoffoxyd, Kohlensäure, Chlor und schweflige Säure entwickelt.

Nimmt man sie in geschlossenen Gefäfsen vor, so *hält die chemische Action ein*, wenn das Gas eine hinlängliche Expansivkraft erreicht hat; sie ist *aufgehoben* bis zu dem Moment, wo man das comprimirte Gas entweichen läfst, dessen Expansivkraft gewissermafsen der chemischen Action, welche es zu entwickeln sucht, das Gleichgewicht hält. Diese Expansivkraft des Gases, im Moment wo sie die chemische Action unterbricht, scheint mir ein Maafs für die Stärke dieser Action bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Substanzen abgeben zu können, wenigstens ein nützliches Mittel zur ungefährigen Schätzung dieser noch so wenig bekannten Kräfte.

Mein erster Versuch dieser Art schreibt sich aus dem

J. 1818 her. In der Absicht, Windbüchsen mit einem sehr zusammengedrückten Wasserstoffgase zu füllen, liefs ich versuchsweise eine kupferne Bombe mit einem Hahne zum Verschliefsen derselben verfertigen. Ich füllte sie mit Wasser, Zink und Schwefelsäure, und legte sie (unstreitig, nachdem sie verschlossen worden war. *P.*) auf einen mit Schnee bedeckten Boden; allein zu meinem grofsen Erstaunen zerplatzte die Bombe nicht.

Im folgenden Jahre liefs ich bei Hrn. Pixii ein starkes Rohr aus Kupfer bohren; ein Schraubenbolzen verschlofs dieses Rohr. Nachdem ich es, wie die Bombe, gefüllt hatte, konnte ich die Entwicklung des Wasserstoffgases nach Belieben abwechselnd unterbrechen und erneuen. Die Heftigkeit, mit welcher das Gas bei Abschraubung des Bolzens entwich, zeigte, dafs es eine grofse Expansivkraft besafs.

Um diese Kraft zu messen, liefs ich einen Apparat verfertigen, welcher im Ganzen dem gewöhnlichen Papin'schen Topfe ähnlich war, sich aber darin von ihm unterschied, dafs er statt des Hahnventils mit einer Barometerprobe versehen war, ähnlich der bei den Compressionspumpen. Das Rohr dieser Barometerprobe war sehr stark und am oberen Ende zugeschmolzen. Die Zusammenziehung der im oberen Theil dieses Rohres eingeschlossenen Luft, nebst der Länge der gehobenen Quecksilbersäule, gab die Elasticität des Glases für den Augenblick, wo sie die chemische Action aufhob und das Gleichgewicht eintrat.

Bei 25° C. betrug die Elasticität des Wasserstoffgases, welches durch Wasser, Zink und Schwefelsäure entwickelt wurde, mehr als 33 Atomensphären.

Das letzte Mittel, bei welchem ich stehen blieb, bestand darin, dafs ich, statt der Barometerprobe, einen kleinen kupfernen Ballon, der durch einen Hahn zu verschliefsen war, an den Apparat schrob. Dieser Ballon füllte sich mit dem Gase, das um so mehr verdichtet war,

je lebhafter die Entwicklung gewesen war. Man nahm ihn fort und öffnete ihn unter einer graduirten Glocke. Als der Ballon, bei 10° C., der vorhergehenden Reaction entzogen wurde, fand sich, dafs er ungefähr 13 Mal so viel Gas, als unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre, enthielt. Die Entwicklung war hier also bei einer Expansivkraft von 13 Atmosphären stehen geblieben.

Bei 0° würde die Expansivkraft des Wasserstoffgases weit schwächer gewesen seyn, wenigstens läfst sich diefs aus der Langsamkeit abnehmen, mit welcher die Gasentwicklung bei dieser Temperatur in unverschlossenen Gefäfsen vor sich geht. Wendet man Eisen statt des Zinkes an, so ist die Wirkung noch schwächer. Eben so hat das Chlor, welches bei gewöhnlicher Temperatur mittelst Manganoxyd aus Chlorwasserstoffsäure entwickelt wird, nur eine Elasticität von ungefähr 2 Atmosphären.

Man kann diese Gase als mechanische Mittel gebrauchen, um einen starken Druck ohne Stöfse hervorzubringen, um Windbüchsen zu laden, Wasser fortzuspritzen, Dampf zu ersetzen u. s. w.

Die vorhergehenden Versuche hat man nur als jene vorläufigen zu betrachten, durch die man sich versichert, ob die Apparate ihre Dienste gehörig verrichten. Es würde eine grofse Zahl sorgfältig angestellter Versuche erforderlich seyn, um die Stärke genau zu bestimmen, welche mehrere Klassen von chemischen Actionen nicht blofs zwischen verschiedenen Substanzen, sondern auch zwischen denselben Substanzen bei verschiedenen Temperaturen besitzen. Die Entwicklungen von Chlor und salpetriger Säure, welche weit schwächer sind als die von Wasserstoffgas, können ohne Gefahr in gewöhnlichen Röhren mittelst einer Quecksilbersäule unterbrochen werden. Da ich nicht beabsichtige, diese Arbeit zu verfolgen, so halte ich es für nützlich, diese Gattung von Untersuchungen bekannt zu machen, indem sie für einige Beobachter vielleicht von Interesse sind.

## XXV. *Methode, Baryt von Strontian zu unterscheiden.*

Um schnell zu erfahren, ob man es mit kaustischem Baryt oder Strontian zu thun habe, rathen die HH. Julia-Fontenelle und Quesneville (*Journ. de chimie méd. Ann. IV. p.* 129.) das fragliche Oxyd zu pulvern und mit concentrirter Schwefelsäure zu übergiefsen Ist es Strontian, so findet blofs eine heftige Erhitzung statt, ist es aber Baryt, so tritt bekanntlich neben dieser auch ein Erglühen ein, das einige Zeit anhält. Der Baryt mufs hiezu frisch gepulvert werden, damit er keine Feuchtigkeit enthalte. — Die gewöhnliche Scheidungsmethode beruht, wie bekannt, darauf, dafs Chlorstrontium in absolutem Alkohol löslich ist, Chlorbaryum aber nicht oder sehr wenig. Ein anderes Verfahren, Baryt und Strontian, selbst quantitativ, mittelst kieselhaltiger Flufssäure zu trennen, findet man von Berzelius im Bd. 76. S. 195. dieser Annalen angegeben. — Uebrigens ist zu bemerken, dafs auch kaustische Talkerde jenes Erglühen mit concentrirter Schwefelsäure zeigt.

## XXVI. *Krystallform der Hämatine.*

Die Krystallform der Hämatine scheint nach Hrn. Teschemachers Messungen (*Phil. Mag. et Ann. of Phil. III. p.* 28.) zum viergliedrigen oder pyramidalen Systeme zu gehören. Er beschreibt sie als rechtwinklig vierseitige Prismen, mit geraden Abstumpfungen der Seitenkanten, gerade angesetzter Endfläche, und drei Flächen, wel-

che die Kanten zwischen der Erdfläche und den Säulenflächen ersetzen, und gegen die Endfläche respective um: 122° 10′; 118° 15′ und 116° 15′ neigen. Die Substanz wurde krystallinisch gebildet in Campecheholz gefunden, und blofs mittelst Weingeistes umkrystallisirt.

---

## XXVII. *Vorläufige Erwiederung auf des Hrn. Dr. Grunert Abhandlung in diesen Annalen 1827, Stück 7. No. VI.; vom Bergcommissionsrathe von Busse zu Freyberg.*

Seite 463. in dieser Abhandlung heifst es, dafs man im Mittelpunkte der Erde die Untersuchung von neuem anfangen müsse, wie es der Hr. Prof. Brandes in seiner Auflösung der Aufgabe schon ganz richtig bemerkt habe. Hieraus scheint mir zu erhellen, dafs dem Hrn. Verfasser mein Bedenken gegen diese Auflösung im *Hesperus* No. 18. des 27. Bandes, gedruckt zu Prag im September 1820, nicht bekannt geworden ist.

Da ich ferner in dieser Abhandlung die Kräfte in beschleunigende und *verzögernde* mit Hrn. Francoeur abgetheilt, und überdiefs auch andere in Frankreich gewöhnliche Begriffe und Formeln der höhern Mechanik gebraucht sehe, so finde ich mich veranlafst hierüber *ein Wort zu seiner Zeit gesprochen* in einer andern Zeitschrift drucken zu lassen, weil es für diese Annalen zu viele Mathematik enthalten möchte.

Aus einer dortigen umständlicheren Erwiederung wird es auch abermals erhellen, dafs die stätige Durchfahrung der Erde durch eine auch calculatorisch stätige Formel, ohne Benutzung meines algebraisch-geometrischen Richtungs∓ nicht erweisbar werden kann.

Wenn übrigens der Hr. Verfasser, der ja als denkender Mathematiker schon bekannt ist, auch nur den ersten Bogen in Carnot's *und meine Ansicht der Algebra* durchlesen wollte, so dürfte es ihm einleuchtend werden, dafs es ein vergebenes Unternehmen seyn würde, Hrn. Klügel's Theorie gegen die meinige fernerhin in Schutz nehmen zu wollen, auch es mir nicht zu verdenken seyn möchte, falls ich darüber die Geduld verlieren sollte.

---

## Berichtigungen.

Im Aufsatz des Prof. Mitscherlich, in Heft I. dies. Bandes:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Seite | 139. | Zeile | 9. | statt | $104^\circ\,18'$ | lies | $105^\circ\,42'$ |
| - | - | - | 12. | - | $134^\circ\,19'$ | - | $112^\circ\,9'\frac{1}{2}$ |
| - | - | - | 13. | - | $125^\circ\,19'\frac{1}{2}$ | - | $115^\circ\,19'\frac{1}{2}$ |
| - | - | - | 16. | - | $e:e'$ | lies | $c:c''$ |
| - | 142. | - | 9. und 13. | | statt $s$ | lies | $d$ |

In Bezug auf den Aufsatz des Hrn. v. Humboldt, im Heft II., ist zu bemerken, dafs derselbe schon im J. 1825, früher als der erste des Hrn. Prof. Hällström, erschienen ist.

In dem Aufsatz: Beob. einer Störung der *Magnetnadel* u. s. w., im Hefte II., ist S. 330. der Schlufs der Note: denn er sagt u. s. w., bis zu Ende, auszustreichen.

In dem Aufs. über den *Isopyr*, fehlen S. 333. nach Zeile 10. folgende Zeilen:

Spröde. Schwache Wirkung auf die Magnetnadel.
Härte $=5{,}5 \ldots 6{,}0$. Specif. Gewicht $=2{,}912$

S. 334. Zeile 17. mufs es heifsen:

Wacke am Saesebühl statt Grauwacke zu Saesebühl.

---

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

Taf. III.

Fig. 4

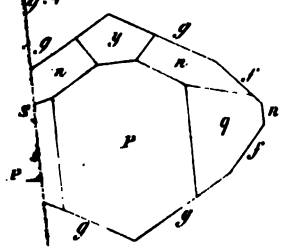
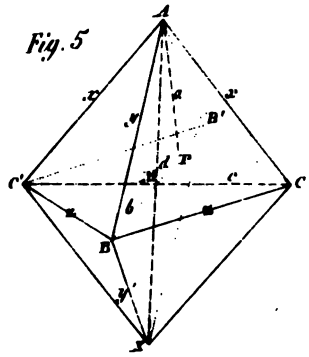



Fig. 5



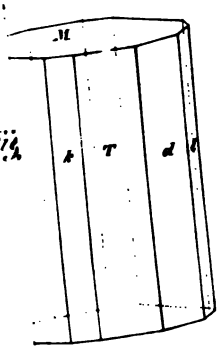




Fig. 10

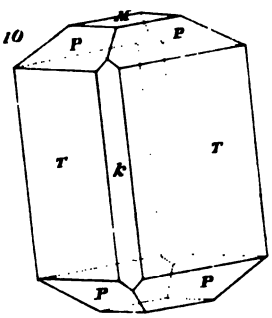



Fig.

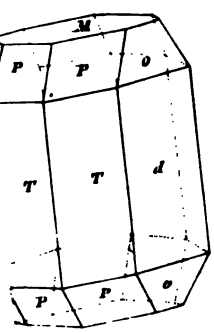



Fig. 15

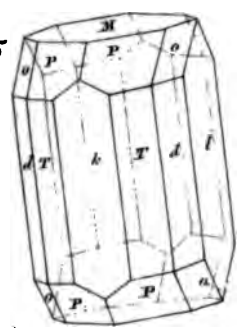



Fig. 16

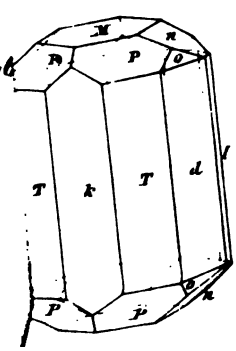
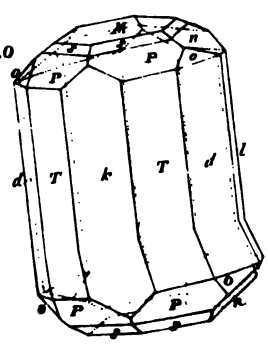
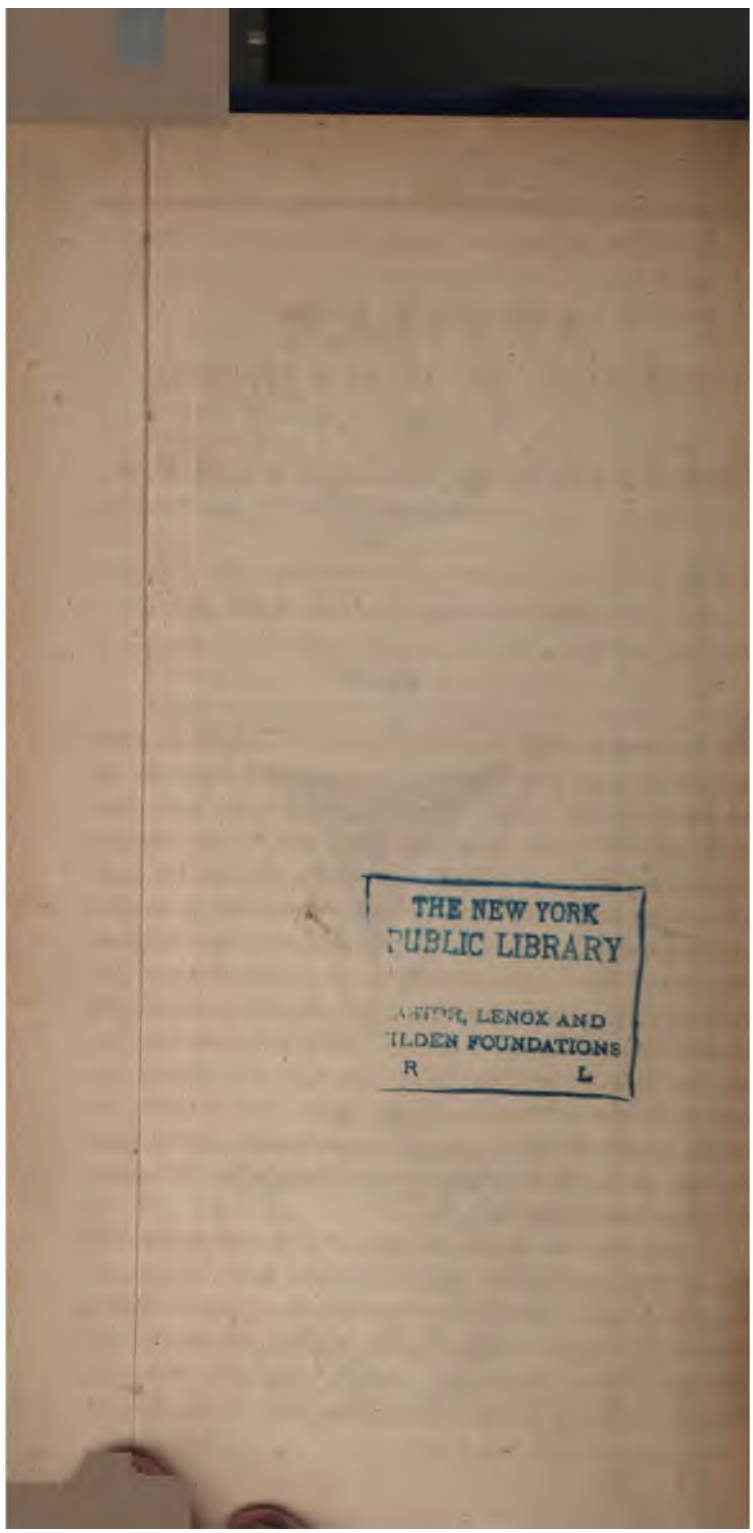



Fig. 20




THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

# ANNALEN
# DER PHYSIK UND CHEMIE.

## JAHRGANG 1828, VIERTES STÜCK.

### I. *Ueber die bleichende Verbindung des Chlors mit den Basen; von J. J. Berzelius.*

(Uebersetzt aus dessen Jahresberichte für 1827 von G. Magnus.)

Die bleichende und geruchzerstörende Flüssigkeit, welche Labarraque in Gebrauch gebracht hat, und welche man erhält, wenn 15 Th. krystallisirtes kohlensaures Natron in 40 Th. Wasser aufgelöst und mit so viel Chlorgas gemischt werden, als man von 2 Th. Braunstein und 6 Th. Salzsäure bekommt, ist der Gegenstand mehrerer Untersuchungen gewesen, um zu erfahren, in welcher Form das Chlor darin enthalten sey, oder, woraus die bleichende Flüssigkeit bestehe. Bekanntlich nehmen die französischen Chemiker an, dafs dieselbe eine Verbindung von Chlor und Natron sey, wonach die bleichende Eigenschaft derselben auf der Reduction des Natrons zu Natrium beruhen mufs, eben so wie dieselbe, beim Bleichen mit Chlorwasser, auf der Reduction des Wassers zu Wasserstoff beruht.

Da indefs die einfachen Körper sich sehr selten mit den Oxyden verbinden, so haben viele Anstand genommen, dieſs ohne alle weitere Untersuchung anzunehmen, wiewohl es scheint, als sey die Möglichkeit einer solchen Verbindung dadurch erwiesen, dafs das Jod sich mit der Kalk- und Talkerde zu braunen Verbindungen

vereinigt, wenn man Jodkalium mit jodsaurer Kalk- oder Talkerde mischt und abdampft. Es ist indefs bis jetzt noch nicht untersucht, ob diefs wirklich Verbindungen von Jod mit den oxydirten Metallen sind; sie können eben so gut Gemenge seyn von basisch jodsauren Salzen (zu deren Bildung die Jodsäure grofse Neigung hat) mit Jodmetallen, welche doppelt so viel Jod enthalten, als die gewöhnlichen, zumal da ähnliche Verbindungen schon sonst beim Kalium und Natrium bekannt sind. So lange also dieser Umstand nicht ausgemacht ist, können diese farbigen Verbindungen von Jod mit Kalkerde und Talkerde zu keinem Beweise dienen.

Granville hat sich bemüht diese Frage durch Versuche zu beantworten *). Er übersättigte eine Natronauflösung mit Chlor, und fand, dafs dieselbe die von Labarraque angegebenen Eigenschaften zeigte; als er sie aber abdunstete, fand er, dafs das Chlor fort ging, und dafs das zurückbleibende Salz ein Gemenge von chlorsaurem Natron und Kochsalz war. Hieraus schlofs er, dafs in der bleichenden Flüssigkeit nur der Ueberschufs von Chlor, welchen sie auch ohne alle Gegenwart von Natron enthalten könne, das Bleichende sey.

Faraday hat späterhin bemerkt, Granville habe seinen Entzweck dadurch verfehlt, dafs er die Basis mit Chlor übersättigte und folglich chlorsaures Natron bildete, da doch Labarraque vorschreibe, dafs dieselbe nur mit dem aus einer gewissen Quantität Braunstein und Salzsäure entwickelten Chlor gemengt werden solle. Wenn man diefs befolgt, wird, nach Faraday, kein chlorsaures Natron gebildet, und die Flüssigkeit hat ganz die bleichende Eigenschaft des Chlors. Wenn dieselbe schnell eingekocht wird, geht kein Chlor fort, und man erhält ein Salz, welches noch den eigenthümlichen Geschmack und die bleichende Kraft der Flüssigkeit besitzt. Wenn man aber die Lösung in einem offenen Gefäfse sich selbst

*) *The quarterly Journal of Science N. S. Tom. I. p.* 371.

überläfst, so entweicht allmälig Chlor, und es schiefst nur kohlensaures Natron an, was nur davon herzurühren scheint, dafs in dieser Flüssigkeit doppelt kohlensaures Alkali während der Operation entstanden ist, welches, wenn die Flüssigkeit durch freiwillige Verdunstung concentrirt wird, unter Entweichung von Chlor wieder in gewöhnliches kohlensaures Alkali zurückgeht; beim Kochen dagegen wird das Bicarbonat zersetzt und das Chlor bleibt in der Verbindung. Durch diese und einige andere Versuche hat Faraday zu zeigen gesucht, dafs diese Verbindung Aufmerksamkeit verdiene, ohne übrigens eine Vermuthung zu äufsern, wie man ihre Zusammensetzung anzusehen habe.

Phillips *) hat hernach denselben Gegenstand untersucht, und dabei gefunden, dafs man diese neue Verbindung durch Abdunsten bis zur Salzhaut in feinen nadelförmigen Krystallen erhalten könne, welche, wenn sie an der Luft liegen, ihr Chlor verlieren. Er betrachtet diese Krystalle als aus Chlor und kohlensaurem Natron zusammengesetzt.

Dingler, der Sohn, hat in einer sehr weitläuftigen Abhandlung, mit weniger Erfahrung als die vorhergehenden Chemiker, und deshalb mit gröfserer Neigung, sich an eine gewisse Meinung festzuhalten, gesucht, den Knoten zu zerhauen, statt ihn aufzulösen **). Er fängt nämlich an, die Sache damit abzumachen: „Unter den einfachen nicht metallischen Körpern haben das Jod und das Chlor die Eigenschaft sich mit den Metalloxyden zu vereinigen und damit salzartige Verbindungen darzustellen. Das Jod verbindet sich wie der Blaustoff geradezu mit den Metalloxyden; diese Verbindungen desselben sind aber noch sehr wenig untersucht. Das Chlor hingegen vereinigt sich mit den Metalloxyden nur dann, wann diese selbst zuvor eine chemische Verbindung mit

*) *Phil. Mag. and Ann. of Phil. I. p.* 376.

**) Dingler's Polytechn. Journ. XXVI. p. 223.

Wasser eingegangen haben, oder also im Zustande von Hydraten sind; es behält in seiner Vereinigung mit diesen Körpern seine chemischen Eigenschaften bei u. s. w."

Was die Jodverbindungen betrifft, so habe ich in dem Vorhergehenden die Möglichkeit gezeigt, dafs sie das, wofür man sie hält, nicht sind. Dafs sich Cyan mit den Metalloxyden verbinde, ist hingegen ein Irrthum, wenn damit nicht solche Verbindungen gemeint sind, in denen sich Cyan zersetzt, die hier indefs wohl nicht als Beweis angeführt werden können.

Weiterhin äufsert Dingler folgendes: „Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure u. s. w. entbinden aus dem Chlorkalk reines Chlorgas, welches, wenn ihm keine atmosphärische Luft beigemengt ist, nicht nur vom Wasser, sondern auch von Quecksilber und Kalilauge vollkommen verschluckt wird, und daher weder salzsaures Gas noch Sauerstoff enthält. Das durch Säuren entbundene Gas explodirt auch nicht, wenn man es auf +150° R. erhitzt, und wird nach dem Erhitzen auch wie zuvor von Quecksilber und Kalilauge vollständig absorbirt. Dieſs beweist, dafs die Meinung von Berzelius, der das Kalkchlorür für chlorichtsauren Kalk hält, unrichtig ist; denn wenn dem wirklich so wäre, müfste durch die Säuren aus dem Chlorkalk entweder Chlorgas und Sauerstoffgas entbunden werden, und dann könnte das Gas von Quecksilber und Kalilauge nur zum Theil absorbirt werden, oder es müfste sich chlorichtsaures Gas entwickeln, welches sich aber beim Erhitzen unter Explosion zersetzt. Auch müfste der Chlorkalk, wenn er ein chlorichtsaures Salz wäre, immer eine sehr beträchtliche Menge salzsauren Kalk enthalten, so dafs er wohl sehr bald an der Luft zerflieſsen würde; er kann aber, wie ich mich überzeugt habe, mehrere Wochen der Luft ausgesetzt werden, ohne so viel Wasser anzuziehen, dafs er wirklich zerflieſst."

Veranlafst durch die positive Widerlegung, die ich

hier von einem jungen Chemiker erhalten habe, der mit den Schwierigkeiten der Entscheidung dieser Sache nicht bekannt zu seyn scheint, will ich hier einige Worte über meine Ansichten und meine Gründe zu denselben sagen, obgleich sie schon in das *Lärbok i Kemien*, 1. *Del Andr. Upl.* (*Stockholm* 1817) *p.* 489. 628. 631. eingerückt sind, in Folge von Versuchen, die Behufs der Bearbeitung dieses Buches angestellt wurden.

Ich löste in reinem kohlensauren Kali so viel Chlorkalium auf, als dieſs aufnehmen wollte, und leitete durch eine am Ende trichterförmig erweiterte Röhre Chlor in die Flüssigkeit. Nach wenigen Augenblicken begann Chlorkalium niederzufallen, und als der Boden einen Zoll hoch damit bedeckt war, besafs die Flüssigkeit noch die Eigenschaft, geröthetes Lackmuspapier erst blau zu färben und dann zu bleichen. Ich schied das Salz ab. Es war Chlorkalium, das nur eine Spur von chlorsaurem Kali enthielt. Dieſs letztere Salz ist indeſs bekanntlich so schwerlöslich, dafs es bei seiner Bildung gröfstentheils sich ausscheidet. Folglich hatte sich bei dieser Quantität Chlorkalium nicht mehr chlorsaures Kali gebildet, als in der Flüssigkeit aufgelöst bleiben konnte, was indeſs so wenig war, dafs es kaum in Betracht kommen konnte. Es hatte sich also hier an dessen Stelle eine andere Verbindung gebildet, die den Sauerstoff enthielt, welchen das Kalium des niedergefallenen Chlorkaliums hatte fahren lassen; und sie mufste sich in der bleichenden Flüssigkeit befinden, deren eigenthümlicher Geruch, Geschmack und bleichende Eigenschaft an chlorichte Säure erinnern, ganz so wie schwefelichtsaure und phosphorichtsaure Salze nach der in ihnen enthaltenen Säure schmecken.

Ich nahm nun die bleichende Flüssigkeit, welche vom Chlorkalium getrennt war, und sättigte sie vollständig mit Chlor; jetzt wurde chlorsaures Kali gefällt, das ganz wenig Chlorkalium enthielt.

Hieraus zog ich den Schluſs: daſs wenn man Chlor in eine Auflösung von Kali leite, anfänglich chlorichtsaures Kali gebildet werde, das aufgelöst bleibe, und Chlorkalium, das, sobald die Flüssigkeit mit demselben gesättigt sey, sich ausscheide; daſs die Bildung der chlorichten Säure fort fahre, bis das Alkali zu einem gewissen Grade gesättigt sey, daſs aber, wenn man mehr Chlor hineinleite, um die Basis vollkommen zu sättigen, sich die in dem aufgelösten Salze enthaltene chlorichte Säure, mittelst des durch das Chlor von der Basis abgeschiedenen Sauerstoffs, zu Chlorsäure oxydire, und daſs deshalb in dem Salze, welches sich ausscheide, weit mehr chlorsaures Kali als Chlorkalium enthalten sey.

Da die bleichenden Flüssigkeiten, welche man durch unvollkommne Sättigung von Natron oder Kalk mit Chlor erhält, im Geruch, Geschmack und an bleichender Kraft sich ganz wie das Kalisalz verhalten, dessen Natur ich als unzweideutig ansehe, so schloſs ich der Analogie nach, daſs diese Verbindungen gleichfalls chlorichtsaure seyen, die durch vollständige Sättigung der Basis in chlorsaure verwandelt würden.

Ich komme nun zu Dingler's Widerlegung. Wir wollen voraussetzen, daſs meine Ansicht auch für den Chlorkalk richtig sey, und daſs das Chlor, welches von Kalkhydrat absorbirt wird, wirklich in Chlorcalcium und chlorichtsauren Kalk verwandelt werde; dann müſsen die Theilchen beider Salze gleichmäſsig vertheilt liegen, und, wenn man eine Säure hinzusetzt, muſs das Calcium in dem Chlorcalcium sich auf Kosten der chlorichten Säure oxydiren, um sich mit der Säure vereinigen zu können, und es muſs folglich Chlor frei werden, gerade so, wie wenn man Schwefelarsenik in kaustischem Kali auflöst und eine Säure hinzufügt, dasselbe sich wiederum niederschlägt, gleich als wenn es bei seiner Auflösung nicht theilweise zersetzt worden wäre. Was ferner den Um-

stand betrifft, dafs der Chlorkalk nicht an der Luft zerfliefst, was derselbe nach Dingler's Meinung thun müfste, wenn er Chlorcalcium enthielte, so ist diefs ganz unrichtig; denn es ist ein basisches Salz, da bekanntlich Chlorcalcium sich mit Kalkhydrat zu einem festen Salze vereinigt, welches schwerlöslich ist und erst zerfliefst, wenn es durch die Kohlensäure der Luft neutralisirt worden ist. Man braucht sich nur an das Verhalten der Masse zu erinnern, welche bei der Destillation des Ammoniaks aus Salmiak und kaustischem Kalk zurückbleibt, wenn, wie es gewöhnlich geschieht, der letztere in Ueberschufs zugesetzt worden ist.

Dingler hat gefunden, dafs der Chlorkalk immer Chlorcalcium und dennoch keinen chlorsauren Kalk enthalte; aber er hat nicht angegeben, wohin seiner Meinung nach der Sauerstoff gegangen sey, der doch nothwendig bei der Bildung des Chlorcalciums abgeschieden worden seyn mufs. Er hat ferner gefunden, dafs der Chlorkalk, wenn er destillirt wird, erst Chlor und dann Sauerstoff, nebst ein wenig Chloroxyd liefere, und er schliefst daraus, dafs der Chlorkalk zuerst Chlor verliere und dann in Chlorcalcium und chlorsaurem Kalk verwandelt werde. Aber in diesem Falle läfst sich nicht einsehen, warum Chlor entweicht, da, wenn die Verbindung Chlorkalk gewesen wäre, kein Grund vorhanden ist, weshalb ein Theil Chlor entweichen und nicht Alles in Chlorcalcium und chlorsauren Kalk verwandelt werden sollte. Ist dagegen die Verbindung ein Gemenge aus basischem Chlorcalcium und chlorichtsaurem Kalk, so ist klar, dafs das letztgenannte Salz sich in ein chlorsaures verwandelt, und zwar dadurch, dafs ein Theil Chlor entweicht.

Die Entscheidung dieser Frage ist an sich leicht, sobald sie nicht in einen Meinungsstreit übergeht. Ich habe gezeigt, dafs wenn man Chlor mit einer Lösung von Kali verbindet, worin zuvor Chlorkalium bis zur Sättigung

aufgelöst ist, die Flüssigkeit wenige Augenblicke hernach durch Absetzung von Chlorkalium trübe wird, und dieses eine ganze Zeit lang fortfährt, ohne dafs chlorsaures Kali gebildet wird. Die bleichende Flüssigkeit, die man bekommt, enthält also aufser Kali und Chlor auch Sauerstoff. Aber wie der Sauerstoff darin enthalten sey, läfst sich unmöglich auf eine solche Weise ausmachen, dafs darüber kein Streit entstehen könne. Sicher ist, dafs derselbe entweder mit dem Chlor, oder mit dem Kali, oder mit dem Wasser verbunden ist. Wäre in der Flüssigkeit Wassersuperoxyd mit Chlorkalium gemengt oder verbunden, so müfste diefs Superoxyd durch hineingebrachtes Silber oder Platin leicht zersetzt werden, besonders so lange ein Ueberschufs von Alkali in der Flüssigkeit befindlich ist; aber diefs geschieht nicht. Kaliumsuperoxyd geht, wenigstens so weit wir wissen, unzersetzt keine Verbindungen mit andern Körpern ein. Dagegen hat das Chlor einen Oxydationsgrad, welcher analog der salpetrichten Säure, aus 2 Atomen Chlor und 3 Atomen Sauerstoff besteht, und eine eigene Säure ausmacht; denn diese Verbindung röthet erst Lackmuspapier und bleicht es dann, und aus ihrer analogen Zusammensetzung mit der salpetrichten, phosphorichten und arsenichten Säure läfst sich schliefsen, dafs sie auch Verbindungen mit Basen eingehen könne, wenn auch nicht direct, doch indirect, wie es auch der Fall mit der salpetrichten Säure ist. Man hat also zwischen den drei Verbindungen zu wählen: Chlorkalium mit Wasserstoffsuperoxyd, Chlor mit Kaliumsuperoxyd, und chlorichte Säure mit Kali, wovon die letzte offenbar die wahrscheinlichste ist.

Damit stimmt auch die Thatsache überein, dafs diese Verbindung, wenn man sie bei Ausschlufs der Luft vorsichtig abdampft, ein eignes krystallisirtes Salz bildet, dessen Auflösung bleichend wirkt. Wird die Lösung gekocht, so erhält man Sauerstoff, der entweicht, und Chlorkalium mit chlorsaurem Kali, welches niederfällt.

Diese Erscheinungen zeigen, dafs die chlorichtsauren Salze unter gewissen Umständen auf zweierlei Art zersetzt werden können, nämlich: *a*) dadurch, dafs sie ihren Sauerstoff abgeben, wie beim Bleichen, oder beim Kochen, wobei dann das Salz in Chlormetall verwandelt wird, und *b*) dadurch, dafs sich von 1 Atom des Salzes der Sauerstoff trennt und 2 Atome desselben in chlorsaures Salz verwandelt. Diese Sauerstoffentwicklung, welche schon Berthollet beobachtet hat, beweist deutlich, dafs bei der Bildung der bleichenden Flüssigkeit der Sauerstoff darin eine sehr lockere Verbindung eingeht, und dafs dieselbe also etwas anderes als eine blofse Verbindung von Chlor und Alkali ist.

Bei der Vereinigung von Chlor mit Kalkhydrat kann man nicht mit gleicher Bestimmtheit, wie im vorigen Falle, zeigen, dafs Chlorcalcium gebildet werde, da die Masse in fester Form bleibt. Löst man dieselbe in Wasser, so erhält man, wie bekannt, eine alkalische bleichende Flüssigkeit.

Gay-Lussac zeigte, dafs diese Flüssigkeit die Silberlösung fällt; da er aber annahm, dafs diese Verbindung nichts anderes als Chlorkalk sey, so glaubte er auch, diese Fällung entstehe dadurch, dafs in dem Augenblick der Zersetzung, indem das Chlor den Kalk fahren lasse, Chlorsilber und chlorsaures Silberoxyd, welches aufgelöst bleibt, gebildet werden. Die Gegenwart des letzteren zeigte er dadurch, dafs er die Flüssigkeit abdunstete und den Rückstand erhitzte, wobei Sauerstoff entwickelt wurde und Chlorsilber zurückblieb *). Diese Versuche, welche im J. 1819 bekannt gemacht wurden, sind nebst denen, welche ich vorhin anführte, die einzigen, welche, so viel ich weifs, angestellt worden sind, um die Frage zu entscheiden. Ich will nun einige Versuche anführen, die ich gelegentlich angestellt habe.

*) *Annales de chimie et de phys. XI. p.* 109.

Aus dem, was Gay-Lussac angenommen hat, scheint zu folgen, dafs, wenn die Auflösung des Chlorkalks mit salpetersaurem Silber in Ueberschufs versetzt worden ist, alles Chlor in Chlorsilber und chlorsaures Silberoxyd verwandelt seyn, und die Flüssigkeit ihr Bleichvermögen verloren haben müsse. Diefs zu untersuchen, schien mir leicht zu seyn. Ich löste also Chlorkalk in Wasser und fällte die Lösung mit neutralem salpetersauren Silberoxyd. Der Niederschlag war schwarz, in dem die überschüssige Basis Silberoxyd gefällt hatte. In dem Maafse, als der Ueberschufs an Basis auf diese Weise abnahm, wurde die Flüssigkeit immer mehr und mehr bleichend, und zuletzt entstand in einem Augenblick ein heftiges Aufbrausen, es entwickelte sich Sauerstoffgas, und die bleichende Kraft war verschwunden.

Es war also klar, dafs der erste Niederschlag Chlorsilber enthielt, das von dem Sauerstoff, welcher sich nun entwickelte, ausgeschieden war. Wiewohl diese Erscheinung zu beweisen schien, dafs die Lösung etwas anderes als Chlorsilberoxyd enthielt, so liefs sich doch nicht leicht entscheiden, ob diefs ein Oxydationsgrad des Chlors oder Wasserstoffsuperoxyds war, auf welche beide das Silberoxyd zersetzend wirken könnte. Wasserstoffsuperoxyd reducirt bei seiner Zersetzung das Silberoxyd; ich wusch daher den schwarzen Niederschlag gut aus und übergofs ihn dann mit Salzsäure, um hernach mit Ammoniak das Chlorsilber von dem reducirten Silber zu trennen; aber die Salzsäure verwandelte die schwarze Masse augenblicklich in Chlorsilber, unter Entwicklung von ein wenig Chlor. Es war diefs also nicht reducirtes Silber, sondern gerade im Gegentheil Silbersuperoxyd.

Ich versuchte nun den Chlorkalk mit einer Auflösung von neutralem salpetersauren Bleioxyd zu fällen. Diefs fällte im Augenblick eine weifse Masse, die bald anfing gelb zu werden. Ich setzte sogleich das Bleisalz in Ueberschufs hinzu; die Masse wurde dick wie ein Brei

gefällt; sie war im ersten Augenblick weifs, fing aber schnell an gelb zu werden. Dieselbe wurde auf ein Filtrum gebracht, und das Durchgegangene, das nun Bleisalz in Ueberschufs enthielt, bleichte eben so wie zuvor, nur schneller. Die Masse auf dem Filtrum wurde fortwährend dunkler und zuletzt braun. Diese allmälige Oxydation des ausgefällten basischen Bleisalzes bliebe unerklärlich, wenn die Fällung von Chlorblei, die sogleich und in so grofser Menge geschieht, dadurch entstände, dafs das Chlor bei seiner Verbindung mit Bleioxyd sogleich in Chlorblei und chlorsaures Bleioxyd verwandelt würde.

Es ist klar, dafs, nachdem die Fällung von Chlorblei geschehen ist, die Lösung noch eine oxydirende Substanz enthält, welche ihre oxydirende Wirkung auf das Bleioxyd fortwährend ausübt. Bei diesem Versuche entstand keine Entwicklung von Sauerstoffgas, aber die filtrirte, bleichende Flüssigkeit trübte sich allmälig, wurde sauer und setzte einen braunen Niederschlag ab, während Chlor in derselben frei wurde. Diese Entbindung von Chlor in der Flüssigkeit, während Bleisuperoxyd ausgefällt wird, kann wohl schwerlich als eine Folge der anwesenden Salpetersäure erklärt werden, dafs nämlich das Bleioxyd (wenn man dasselbe als mit Chlor verbunden in der Flüssigkeit annimmt) etwa auf Kosten der Salpetersäure des überschüssig zugesetzten neutralen Bleisalzes sich zu Superoxyd oxydirt und das Chlor habe fahren lassen; auch kann man wohl nicht annehmen, dafs diefs auf Kosten des Wassers oder eines Theils des im salpetersauren Bleioxyd enthaltenen Bleioxyds geschehen sey; denn alsdann hätten Salzsäure und Chlorblei entstehen müssen. Dagegen kann diefs nur dadurch geschehen seyn, dafs das Bleioxyd, sowohl das des salpetersauren als des chlorichtsauren Salzes, die chlorichte Säure zu Chlor reducirte, während es sich selbst überoxydirte.

So weit ich gegenwärtig sehe, ist diese Thatsache

entscheidend. Da das Bleisuperoxyd kein Sauerstoffgas, sondern Chlor aus der Flüssigkeit enwickelte, so ist klar, dafs das, wodurch bei dem früheren Versuche das Silberoxyd in Superoxyd verwandelt wurde, kein Wasserstoffsuperoxyd war.

Ich mischte nun Chlorkalk mit Wasser und setzte darauf Salpetersäure zu, bis die Masse sich ganz aufgelöst hatte. Sie roch durchaus nicht nach Chlor, bleichte eingetauchtes Lackmuspapier augenblicklich, und schmeckte vollkommen wie chlorichtsaures Kali. Auf die Haut gebracht, gab diese Flüssigkeit einen eigenen Geruch, ganz gleich mit dem, welchen Wasserstoffsuperoxyd entwickelt. Ich liefs deshalb einen Tropfen von derselben auf der Hand eintrocknen, aber derselbe erzeugte nicht den milchweifsen Fleck, den Wasserstoffsuperoxyd hervorbringt. Es ist also ziemlich sicher, dafs die bleichende Substanz darin nicht Wasserstoffsuperoxyd ist, wiewohl diefs auf dieselbe Weise bleicht, nämlich vermöge einer Oxydation.

Diese völlig neutrale Auflösung roch nicht im geringsten nach Chlor. Ein Tropfen neutrales, salpetersaures Silberoxyd fiel darin als ein weifser Klumpen nieder. Ich mischte sie darauf auf einmal mit einem Ueberschufs des Silbersalzes (das Salz war eingetrocknet und wieder aufgelöst worden); es entstand ein farbloser Niederschlag, und die Flüssigkeit roch nicht im geringsten nach Chlor. Sie wurde schnell filtrirt; sie ging schnell durch's Filtrum, schmeckte zugleich nach Silber und chlorichter Säure, und bleichte eben so schnell und vollkommen, wie vor der Fällung *). Sie begann aber bald trübe zu werden, es fällte sich Chlorsilber, und es bildete sich chlorsaures Silberoxyd, in demselben Verhältnisse als die bleichende Kraft abnahm; zuletzt wurde sie

*) Bei der Anstellung dieses Versuches kann man sich am besten der Silberlösung bedienen, um zu bestimmen, wann die Auflösung neutral sey; denn so lange der Silberniederschlag gefärbt ist, enthält die Flüssigkeit einen Ueberschufs von Kalk, und wenn dieselbe nach geschehener Fällung nach Chlor riecht, enthält sie Säure in Ueberschufs.

wieder klar, reagirte sauer auf Lackmus, ohne zu bleichen und ohne nach Chlor zu riechen.

Als die Flüssigkeit mit Silberoxyd gemischt war, zersetzte sich also das chlorichtsaure Salz unter Entwicklung vom Sauerstoffgas; als dieselbe aber keinen Bestandtheil enthielt, der desoxydirend wirken konnte, zerfiel dieses Salz in ein Atom Chlorsilber, welches sich niederschlug, und in zwei Atome chlorsaures Silberoxyd, welche aufgelöst blieben.

Aus dem Angeführten ist folglich klar, dafs Gay-Lussac's Versuch in seinem Endresultat richtig ist, dafs aber derselbe keinesweges beweist, dafs das Chlorsilber, welches beim ersten Vermischen von Chlorkalk mit salpetersaurem Silberoxyd niederfällt, nur von dem in der Flüssigkeit aufgelösten Chlorkalk und nicht von dem in ihr enthaltenen Chlorcalcium herrühre.

Wenn vorsichtig mit Salpetersäure neutralisirte chlorichtsaure Kalkerde mit salpetersaurem Bleioxyd in Ueberschufs gefällt wird, so entsteht augenblicklich ein Magma von weifsem Chlorblei, das schnell sich überoxydirt, und die farblos durchgegangene bleichende Flüssigkeit wird schnell gelb, und fängt an nach Chlor zu riechen, sobald sie sich durch braunes Bleioxyd trübt.

Ich glaube durch diese Versuche, so weit es für jetzt möglich ist, bewiesen zu haben, dafs, wenn Chlor auf nassem Wege mit einer oxydirten Basis vereinigt wird, dieselbe Zersetzung wie bei Verbindung des Schwefels mit einer Salzbasis entsteht, nur dafs, statt der Schwefel unterschweflichte Säure und Schwefelmetalle bildet, das Chlor ein Chlormetall nud einen niederen Oxydationsgrad als die Chlorsäure bildet, welcher sich mit dem Oxyde zu einem Salz verbindet. Diefs Salz besitzt eine grofse Neigung, Sauerstoff abzugeben, und dadurch hat es die ausgezeichnete Bleichkraft. Wenn dasselbe mit gewissen organischen Körpern zusammenkommt, so oxydirt und zerstört es dieselben, wodurch es selbst in Chlormetall verwandelt wird. Von einigen elektronegativen Metall-

oxyden, welche das Wasserstoffsuperoxyd unter Entwicklung von Sauerstoff zersetzen, wird auch dieſs Salz unter Sauerstoffentwicklung in Chlormetall verwandelt, und da die Cohäsion der Verbindungen zu Hülfe kommt, d. h. da der Unterschied in der Löslichkeit des Chlormetalls und des chlorsauren Salzes sehr groſs ist; so wird dasselbe allmälig von selbst in chlorsaures Salz und Chlormetall zersetzt.

Welcher Oxydationsgrad dieſs sey, entscheiden die Versuche nicht; da aber das Chloroxyd nicht bleicht, Verbindungen von einem Atome Chlor sowohl mit einem Atome als mit zwei Atomen Sauerstoff bis jetzt nicht bekannt sind, so bleibt, wiewohl ich die Möglichkeit nicht läugnen will, daſs die bleichenden Verbindungen ein solches Oxyd enthalten können, nur die Annahme übrig, daſs es die Verbindung von 2 Atomen Chlor mit 3 Atomen Sauerstoff sey, welche, wegen ihrer analogen Zusammensetzung mit der salpetrichten und phosphorichten Säure, chlorichte Säure genannt werden kann, und von welcher man annehmen darf, daſs sie Verbindungen mit Basen einzugehen vermag.

Eine Thatsache, die gegen diese Ansicht zu sprechen scheint, ist gewiſs die, daſs die bleichenden Verbindungen, wie man weiſs, sowohl durch die Kohlensäure der Luft, als auch durch einen Strom von kohlensaurem Gas sich vollständig zersetzen lassen, unter Entwicklung von Chlor, das langsam, aber vollständig entweicht. Man könnte glauben, daſs, wenn man auch die leichte Zersetzbarkeit des chlorichtsauren Salzes zugäbe, doch das Chlormetall nicht zersetzt werden würde. Aber jedes frei werdende Atom der chlorichten Säure oxydirt einen Theil des Metalls im Chlormetall, und die Kohlensäure bildet so ein Bicarbonat, das vom Chlor nicht zersetzt wird; sobald das auf diese Weise ausgeschiedene Chlor entweichen kann, geht die Zersetzung ununterbrochen fort. Auf gleiche Weise kann man ein auf nassem Wege in kaustischem Kali aufgelöstes Schwefelarsenik oder Schwefelzinn durch kohlensaures Gas ausfällen, wenn man dasselbe lange in die Flüssigkeit leitet, ohne daſs man die geringste Spur von der arsenichten Säure oder dem Zinnoxyd wahrnimmt, womit das Kali verbunden gewesen ist, weil diese die Basis oxydiren, mit der sich die Kohlensäure verbinden soll.

## II. *Ueber das Verhalten des Phosphors zu den Alkalien und alkalischen Erden;* *von Heinrich Rose.*

Nachdem Berzelius die Resultate seiner Arbeiten über die Schwefelalkalien bekannt gemacht hatte, mufste natürlich die Frage entstehen, ob der Phosphor gegen die wasserfreien alkalischen Erden und Alkalien dieselbe Rolle spiele, wie der Schwefel. Aber aufser den Versuchen, die schon vor sehr langer Zeit Gay-Lussac darüber angestellt hat *), sind nur von Dumas vor Kurzem darüber Untersuchungen gemacht worden **), die indessen den Gegenstand noch nicht völlig aufklären.

Berzelius betrachtet die Verbindungen der trocknen Baryt- und Kalkerde mit Phosphor als Gemenge von phosphorsaurer Baryt- und Kalkerde mit Phosphorbaryum und Phosphorcalcium ***). Derselben Ansicht sind auch Thénard und Leopold Gmelin in ihren Lehrbüchern. So wahrscheinlich diese aus der Analogie des Phosphors mit dem Schwefel hergenommene Ansicht auch ist, so liefse sich dagegen einwenden, dafs der Phosphor in wenigen Fällen dem Schwefel analoge Verbindungen bildet, und dafs, wenn man Verbindungen des Chlors mit Alkalien und alkalischen Erden annimmt, man auch ähnliche Verbindungen des Phosphors mit denselben annehmen kann. Da die Verbindung des Phosphors mit der Kalkerde durch eine etwas starke Hitze gänzlich ihren Phosphorgehalt verliert und reine Kalkerde zurückläfst, so scheint dadurch die Ansicht, dafs diese Verbindung wirklich aus Kalkerde und Phosphor bestehe, an Wahr-

*) *Annales de chimie et de physique, T. VI. p.* 328.

**) *Annales de chimie et de physique, T. XXXIII. p.* 362.

***) Berzelius Lehrbuch der Chemie, Uebersetzung von Wöhler, Bd. I. p. 810. u. 819.

scheinlichkeit zu gewinnen, denn sie ist in der That einfacher, als die Annahme, dafs durch Erhitzung der Verbindung Phosphor nicht nur aus dem Phosphorcalcium entweiche, sondern auch aus der Phosphorsäure der phosphorsauren Kalkerde, welche durch das Calcium reducirt werde.

Ich habe mehrere Versuche angestellt, um zu entscheiden, welche von diesen beiden Ansichten die richtige sey. Die meisten derselben wurden mit dem Phosphorkalke gemacht, nicht nur weil dieser in der gröfsten Menge am leichtesten zu bereiten ist, sondern auch, weil, wenn derselbe durch Wasser zersetzt wird, die phosphorsaure Kalkerde sehr leicht von der entstandenen unterphosphorichten zu trennen ist. — Es ist indessen weit schwerer, durch Versuche hier entscheiden zu können, als bei den analogen Schwefelverbindungen. Die Schwefelalkalien lösen sich ohne zersetzt zu werden in Wasser auf; und da in dieser Auflösung die Schwefelsäure durch die gewöhnlichen Reagentien entdeckt werden kann, so wird man dadurch von der Gegenwart des schwefelsauren Kali's in der gewöhnlichen Schwefelhepar überzeugt. Die entsprechenden Phosphorverbindungen aber werden durch das Wasser zersetzt, und die Producte der Zersetzung des Phosphorkalks durch's Wasser sind, wenn man die Einwirkung desselben durch Erhitzung unterstützt hat, selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, unterphosphorichtsaure und phosphorsaure Kalkerde, wie das schon vor längerer Zeit D u l o n g gezeigt hat *). Die phosphorsaure Kalkerde ist von ganz weifser Farbe, wenn Kalkerde im Ueberschufs vorhanden gewesen ist. Nimmt man nun an, der Phosphorkalk bestehe aus Phosphor und Kalkerde, so mufs man annehmen, dafs der Phosphor durch Gegenwart einer alkalischen Substanz das Wasser auf ähnliche Art zerlege, wie Zink oder Eisen durch Gegenwart einer Säure. — Nimmt man hingegen an, der Phosphorkalk bestehe aus Phosphorcalcium und phosphor-

*) *Mémoires d'Arcueil, T. III. p.* 411. *u.* 412.

phorsaurer Kalkerde, so drängt sich die Frage auf, ob die ganze Menge der durch Zersetzung mit Wasser erhaltenen phosphorsauren Kalkerde schon im Phosphorkalke enthalten war, oder ob durch Zersetzung des Phosphorcalciums unterphosphorichtsaure und phosphorsaure Kalkerde gebildet werde. Da kein unterphosphorichtsaures Salz ohne Wasser und in solcher Hitze bestehen kann, die zur Bereitung des Phosphorkalkes nöthig ist, so mufs die ganze Menge der unterphosphorichten Säure erst durch die Behandlung mit Wasser entstehn.

Ich habe, um dieses zu entscheiden, mehrere Versuche angestellt, die mir indessen keine genügende Resultate gegeben haben. Ich behandelte Phosphorkalk mit Chlor, wie dieſs auch Dumas gethan hat *), und habe dieselben Producte wie er erhalten. Es destillirte, wenn ein Ueberschufs von Chlor angewandt wurde, fester Chlorphosphor über, und es blieb im Apparat ein Gemenge von Chlorcalcium und phosphorsaurer Kalkerde zurück, und auch noch freie Kalkerde, wenn der Phosphorkalk sie enthielt, diese nicht mit Chlor verbunden, da dasselbe auf wasserfreie Kalkerde nicht einwirkt. — Diese Erscheinungen sprechen, obgleich sie durchaus nicht entscheidend sind, sehr für die Ansicht, dafs im Phosphorkalke schon phosphorsaure Kalkerde enthalten sey, und dafs sich dabei Phosphorcalcium durch Chlor in Chlorcalcium verwandle. Denn, da Chlor auf trockne Kalkerde nicht einwirkt, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs, bestände der Phosphorkalk aus Kalkerde und Phosphor, durch Behandlung mit Chlor, nur Chlorphosphor und freie Kalkerde entstehen würde. Es wäre indessen auch möglich, dafs durch die Gegenwart des Phosphors die Kalkerde durch Chlor zum Theil desoxydirt würde, und so Chlorcalcium und phosphorsaure Kalkerde entstehen könnte.

Statt des Chlors behandelte ich darauf Phosphorkalk

*) *Annales de Chimie et de Physique, T. XXXIII. p.* 366.

mit einem Ueberschusse von Schwefel; das Ganze wurde in einem kleinen Kolben so lange erhitzt, bis der Ueberschufs von Schwefel abdestillirt worden war. Die Erscheinungen waren aber fast dieselben wie die, die bei der Behandlung des Phosphorkalks mit Chlor statt fanden, indessen enthielt der Rückstand aufser phosphorsaurer Kalkerde und Schwefelcalcium noch schwefelsaure Kalkerde, die offenbar indessen nur durch Einwirkung des Schwefels auf die freie Kalkerde des Phosphorkalkes entstanden war.

Denn es ist sehr schwer, den Phosphorkalk ganz frei von überschüssiger Kalkerde zu erhalten, da die Hitze, bei welcher er sich in Phosphor und Kalkerde zersetzt, nicht sehr stark zu seyn braucht. Ich habe daher keine quantitative Analyse des Phosphorkalks angestellt, weil ich immer überzeugt war, dafs ich keine übereinstimmende Resultate erhalten würde, da der von mir bereitete Phosphorkalk selten ganz gleichförmig war. Ich bereitete ihn so, dafs ich sehr reinen gebrannten Marmor von Carrara in einer Porzellanröhre stark glühte, darüber erst Wasserdämpfe streichen liefs, um gewifs zu seyn, dafs er keine Kohlensäure nachher mehr enthielt, und dann bei einer schwächern Hitze Phosphordämpfe. War der Marmor zu stark erhitzt worden, während die Phosphordämpfe darüber strichen, so enthielt er nachher keinen Phosphor. Der phosphorreichste Phosphorkalk, den ich erhielt, sah schwarz aus; enthielt er weniger Phosphor, so war er braun; in beiden Fällen immer ohne metallischen Glanz. Durch nicht zu starkes Erhitzen in einer Retorte wurde der schwarze Phosphorkalk in braunen verwandelt, während sich Phosphor entwickelte; diefs geschah bei einer noch geringeren Hitze, wenn Wasserstoffgas über schwarzen Phosphorkalk geleitet wurde. Wenn zur Bereitung des Phosphorkalks sehr grofse Stücke von gebranntem Marmor genommen wurden, fand ich sie fast immer so verwandelt, dafs sie eine weifse Rinde hat-

ten, die, wenn die atmosphärische Luft gut abgehalten worden war, aus reiner Kalkerde bestand, und keine phosphorsaure Kalkerde enthielt; dann folgte eine Schicht von braunem Phosphorkalk, und der Kern enthielt schwarzen Phosphorkalk. Manchmal war aber auch der Kern weifs, und das Aeufsere braun, aber nur in den Fällen, wenn während des Erkaltens Phosphordämpfe über Kalkerde geleitet wurden.

Da ich einsah, dafs keine Versuche mit dem Phosphorkalke über die Art seiner Zusammensetzung entscheiden konnten, so untersuchte ich die Erscheinungen, welche statt finden, wenn eine Verbindung von Phosphor mit einem alkalischen Metalle durch Wasser zersetzt wird. Ich wählte dazu Kalium. Schmolz ich Kalium mit Phosphor zusammen, und zersetzte die Verbindung, nachdem der überschüssige Phosphor davon abdestillirt worden war, mit Wasser, so entwickelte sich selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, dem eine kleinere Menge eines nicht von selbst entzündlichen Gases beigemengt war; es setzte sich ein gelbes Pulver ab, das Phosphor war, und die Flüssigkeit enthielt unterphosphorichtsaures Kali, dem aber immer gröfsere oder geringere Spuren von phosphorsaurem Kali beigemischt waren. Da aber bei diesen Versuchen der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht sorgfältig abgehalten worden und das angewandte Kalium auch mit dünnen Rinden von Kali umgeben war, da ferner nur sehr geringe Mengen von Kalium genommen wurden, weil es gefährlich war, gröfsere Mengen von Phosphorkalium mit Wasser in einem Gefäfse zu zersetzen, das mit einer Gasableitungsröhre versehen war, so stellte ich genauere Versuche auf folgende Art an: Es wurde ein ziemlich geräumiger Kolben mit langem Halse von dünnem Glase mit wasserfreiem Wasserstoffgase angefüllt. Der Kolben war mit einem Korke luftdicht versehen, durch den zwei Löcher gebohrt worden waren. Durch das eine Loch ging eine dünne Glasröhre,

die fortwährend Wasserstoffgas zuführte, das vorher erst durch eine Röhre mit Chlorcalcium getrocknet wurde. Durch das andere Loch des Kolbens ging zur Ableitung des Gases ebenfalls eine dünne Glasröhre, die an allen Stellen leicht zugeschmolzen werden konnte. Es wurde dann schnell in den Kolben ein Stück Kalium, von der Gröfse einer gröfsen Haselnufs, und ein entsprechendes Stück ganz trocknen Phosphors gebracht Das Kalium war aus der innern Masse einer gröfseren Menge herausgeschnitten und mit dem benetzenden Steinöl in den Kolben gebracht worden. Auf diese Weise konnte sich durchaus keine Spur einer Kruste von Kali bilden. Es wurde darauf der Kolben nach und nach erhitzt, während das Wasserstoffgas langsam darüber geleitet wurde. Das Kalium schwoll zuerst an, und vermehrte sich bedeutend an Volumen, während es Dämpfe von Phosphor absorbirte. Dann erfolgte eine Feuererscheinung, wodurch die Masse schmolz und der überflüssige Phosphor abdestillirte. Die Hitze wurde so lange verstärkt, bis aller überflüssige Phosphor sich aus dem Kolben durch die Gasableitungsröhre verflüchtigt hatte, was durch den Strom des Wasserstoffgases sehr befördert wurde. Beim Erkalten erstarrte die Masse und wurde krystallinisch, aber bei dem Krystallisiren warf sie Blasen, oder kochte doch wenigstens auf. Diese Erscheinung konnte man so oft wie man wollte durch neues Erhitzen und Erkalten wiederholen. Nach dem völligen Erkalten war die Masse metallisch glänzend und hatte die Farbe des japanesischen Kupfers. Es wurden während neuer Erhitzung beide Röhren, die durch das Loch des Korkes gingen, zugeschmolzen, und der Kolben wurde vollständig erkaltet. — Da, wenn man die Masse des Phosphorkaliums mit einem Male mit Wasser zersetzt hätte, eine Explosion entstanden wäre, so wurde der Kolben umgewandt, und die Spitze einer Glasröhre unter Wasser abgebrochen. Das Wasser stieg nun in den Kolben, aber lange nicht so weit, dafs es die Masse

des Phosphorkaliums berührte. Durch die feuchte Atmosphäre wurde nach und nach nicht von selbst entzündliches Gas entwickelt, welches aber das Wasser aus dem Kolben nicht herausdrängen konnte, da die Glasröhre mit der abgebrochenen Spitze bis in die Mitte des Kolbens reichte. Nach längerer Zeit wurde dieser endlich umgekehrt, damit das Wasser das zerflossene und fast schon gänzlich zersetzte Phosphorkalium auflösen konnte. Es blieb ein gelbes Pulver ungelöst zurück, das durch Kochen der Flüssigkeit nach und nach gröfstentheils zu Phosphorkügelchen sich vereinigte. Die Flüssigkeit enthielt eine grofse Menge von unterphosphorichtsaurem, aber keine Spur von phosphorsaurem Kali. Das Phosphorkalium war also durch das Wasser in Phosphorwasserstoffgas, das sich entwickelt, in unterphosphorichtsaures Kali, das sich aufgelöst, und in Phosphor, der sich ungelöst abgeschieden hatte, verwandelt worden. — Dieser Versuch, mit denselben Vorsichtsmafsregeln und denselben Quantitäten von Kalium drei Mal wiederholt, gab immer dasselbe Resultat.

Da sich nun bei der Zersetzung des Phosphorkaliums durch Wasser kein phosphorsaures Salz bildet, so kann dasselbe eben so wenig bei der Zersetzung des Phosphorcalciums entstehen. Da nun der Phosphorkalk bei der Zersetzung durch Wasser phosphorsaure Kalkerde liefert, so mufs diese in ihm schon vor der Zersetzung mit Wasser enthalten seyn. Der Phosphor zeigt daher gegen trockne alkalische Erden ein dem Schwefel analoges Verhalten.

Wenn man eine Auflösung eines fixen Alkali's oder einer alkalischen Erde oder eine Mengung letzterer mit Wasser mit Phosphor kocht, so zeigen sich ganz dieselben Erscheinungen, als wenn Phosphorkalk oder ihm analoge Verbindungen mit Wasser behandelt werden. Es bilden sich hiebei keine phosphorichtsaure, sondern nur unterphosphorichtsaure und phosphorsaure Basen denn hat man Phosphor mit Kalkmilch gekocht, und

den Zutritt der atmosphärischen Luft während des Kochens sorgfältig abgehalten, so bringt die Auflösung der ausgewaschenen phosphorsauren Kalkerde in Chlorwasserstoffsäure keinen Niederschlag von Quecksilberchlorür in Quecksilberchloridauflösung hervor. — Es ist in diesen Fällen daher wahrscheinlich, dafs hierbei immer im ersten Momente der Einwirkung des Phosphors Phosphormetall und phosphorsaures Oxyd entstehe, wovon aber ersteres im Augenblicke der Entstehung wieder durch Wasser zersetzt wird, und Phosphorwasserstoffgas und unterphosphorichtsaures Oxyd erzeugt. Wird dabei Phosphor ausgeschieden, so erfolgt wiederum durch neues Alkali eine ähnliche Zersetzung, so dafs zuletzt aller Phosphor verschwindet, wenn genug Alkali vorhanden ist, und das Ganze immer in der Kochhitze erhalten wird. — Es scheint mir, dafs diese Erklärung der gewöhnlichen, die man in den chemischen Lehrbüchern angiebt, vorgezogen zu werden verdient. Nach dieser nimmt man an, dafs wenn Phosphor, Wasser und eine alkalische Substanz mit einander gekocht werden, durch Hülfe der letztern das Wasser durch den Phosphor zersetzt werde, und dafs sich ein Theil desselben oxydire, ein anderer Theil mit Wasserstoff verbände. Die Ansicht, die ich aufgestellt habe, ist vielleicht aus folgenden Gründen wahrscheinlicher: Aus den Versuchen, die ich so eben angeführt habe, geht hervor, dafs wenn Phosphor mit einer trocknen alkalischen Basis behandelt wird, er ein ähnliches Verhalten wie der Schwefel gegen dasselbe zeigt; diese Analogie zwischen Schwefel und Phosphor würde auch, wenn noch Wasser hinzukäme, statt finden, wenn man annähme, dafs Phosphormetall dadurch entstände. — Nach der gewöhnlichen Erklärungsart ist es ferner schwer zu erklären, warum hierbei durch die Oxydation des Phosphors zwei Säuren entständen, während nach der andern Erklärungsart die Phosphorsäure bei der Behandlung des Phosphors mit Kalkmilch durch Bildung des Phosphor-

kalks, die unterphosphorichte Säure hingegen durch Zersetzung des Phosphorcalciums durch Wasser entsteht.

Es kann aber gegen die Ansicht noch eine wichtige Einwendung gemacht werden. Da bei Gegenwart von kaustischen Basen unterphosphorichtsaure Salze, durch Zersetzung des Wassers, in phosphorsaure verwandelt werden *), so könnte man annehmen, dafs beim Kochen von Wasser mit Phosphor und starken Basen nur unterphosphorichte Säure entstände, und nur durch Oxydation derselben durch Gegenwart der Base die ganze Menge der Phosphorsäure erzeugt würde. Es ist indessen dazu nothwendig, dafs die Auflösung der Base sehr concentrirt sey. Es entwickelt sich z. B. durch unterphosphorichtsaure Kalkerde nur dann erst Wasserstoffgas, wenn dieselbe mit Kalkmilch, die sehr viel Kalkerde gemengt enthält, gekocht wird; ist die Kalkmilch sehr verdünnt, so ist die Gasentwicklung nur sehr unbedeutend. Nun aber erzeugt sich schon Phosphorsäure wenn man Phosphor mit Kalkwasser kocht, denn so wie dasselbe in's Kochen kommt, so sind die aufsteigenden Blasen mit einer unlöslichen Haut von phosphorsaurer Kalkerde umgeben. Dasselbe findet statt wenn Phosphor mit verdünntem Barytwasser gekocht wird. Man mufs daher annehmen, dafs in diesen Fällen Phosphorsäure und unterphosphorichte Säure zugleich entstehen.

Beim ferneren Kochen, vorzüglich wenn ein grofses Uebermaafs von freier Base vorhanden ist, vermindert sich indessen die Menge der unterphosphorichten Säure in demselben Verhältnisse, wie sich die der Phosphorsäure vermehrt. Es ist daher unmöglich, aus den Mengen der beiden Säuren einen Schlufs auf die Zusammensetzung des Phosphorkalks machen zu können, der sich wahrscheinlich im ersten Augenblicke der Einwirkung des Phosphors auf eine Auflösung einer starken Base bildet. Ich hatte in frühern Zeiten, ehe es mir bekannt war, dafs die unter-

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XII. p. 297.

phosphorichte Säure durch Basen oxydirt werden kann, einige Versuche darüber angestellt, die natürlich verschiedene Resultate geben mufsten; ich werde indessen das Resultat derselben hier kürzlich angeben, weil daraus wenigstens hervorgeht, dafs die Menge des Phosphors in der gebildeten unterphosphorichten Säure weit bedeutender ist, als die in der entstandenen Phosphorsäure.

Eine kleine Menge Phosphor wurde mit einer grofsen Menge reiner Kalkerde und Wasser in einem geräumigen Kolben gekocht, der mit einem Korke versehen war, durch den eine zwei Mal rechtwinklich gebogene Röhre ging, die sechs Fufs lang war. Das gebildete Phosphorwasserstoffgas ging mit Wasserdämpfen fort. Ich sah sehr darauf, dafs das condensirte Wasser, das an der Mündung der Röhre Phosphorsäure, durch Verbrennung des Phosphorwasserstoffgases erzeugt, enthalten konnte, nicht in den Kolben zurückfloſs. Hatte sich die Wassermenge im Kolben sehr verringert, so wurde ein ziemlich langes Stück der Röhre, die Phosphorsäure enthalten konnte, abgeschnitten, die Mündung unter Wasser gehalten, worauf der Kolben erkalten mufste und sich mit Wasser wieder anfüllen konnte. Dann wurde von Neuem gekocht, und diese Operation so lange wiederholt, bis nur Wasserdämpfe, die gar nicht mehr nach Phosphorwasserstoffgas rochen, entwichen, und aller Phosphor vollständig verschwunden war. Hiezu war nöthig, dafs das Ganze 30 bis 40 Stunden kochte. Das Aufgelöste wurde abfiltrirt, und der Rückstand, der aus phosphorsaurer Kalkerde und vieler freier Kalkerde bestand, so lange ausgesüfst, bis er keine unterphosphorichtsaure Kalkerde mehr enthielt. Er wurde darauf in Chlorwasserstoffsäure gelöst, abgedampft und in einer Platinschale mäfsig geglüht. Die trockne Masse wurde mit Wasser behandelt, das gelöste Chlorcalcium abfiltrirt, und die phosphorsaure Kalkerde geglüht. Sie wog 2,247 Grm. Sie wurde mit Schwefelsäure zersetzt; die erhaltene schwe-

felsaure Kalkerde, die mit Alkohol ausgesüfst wurde, wog nach dem Glühen 2,692 Grm. — Die Auflösung der unterphosphorichtsauren Kalkerde, die viel aufgelöste freie Kalkerde enthielt, wurde abgedampft und mit Salpetersäure oxydirt. Die phosphorsaure Kalkerde wog nach dem Glühen 3,294 Grm. Mit Schwefelsäure behandelt gab sie 4,298 Grm. schwefelsaure Kalkerde, die mit Alkohol ausgesüfst wurde.

Eine andere Menge Phosphor wurde mit einem Ueberschufs von Kalkmilch nur einige Stunden gekocht. Das Ungelöste, nachdem es so schnell wie möglich ausgesüfst worden war, wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, wobei viel Phosphor ungelöst zurückblieb. Im Uebrigen wurde eben so verfahren wie im ersten Versuche. Ich erhielt aus dem unlöslichen Rückstande 1,995 Grm. phosphorsaure Kalkerde, die mit Schwefelsäure zersetzt 2,323 Gram. schwefelsaure Kalkerde gaben. — Das im Wasser Aufgelöste gab nach der Oxydation mit Salpetersäure 5,191 Grm. phosphorsaure Kalkerde, die mit Schwefelsäure behandelt 7,635 Grm. schwefelsaure Kalkerde gab.

Der vorige Versuch wurde wiederholt. Das im Wasser Ungelöste gab 0,799 Grm. phosphorsaure Kalkerde, und diese nach der Behandlung mit Schwefelsäure 0,874 Gram. schwefelsaure Kalkerde. — Das im Wasser Aufgelöste gab nach der Oxydation mit Salpetersäure 2,610 Grm. phosphorsaure Kalkerde, die nach der Behandlung mit Schwefelsäure 4,004 Grm. schwefelsaure Kalkerde lieferte.

Diese Versuche können keine Ansprüche auf grofse Genauigkeit machen. Wenn der im Wasser unlösliche Rückstand in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wurde, die Auflösung zur Trocknifs abgedampft, und zur Entfernung aller überschüssigen Chlorwasserstoffsäure schwach geglüht wurde, so mufste die im Wasser unlösliche phosphorsaure Kalkerde eine kleine Menge von Chlorcalcium enthalten, wie das aus den Versuchen hervorgeht, die

ich in diesen Annalen, Bd. VIII. p. 211., beschrieben habe.

Wir sehen indessen deutlich, dafs die Resultate des ersten Versuches, bei welchem das entwichene Phosphorwasserstoffgas mehr freies Wasserstoffgas enthalten mufste, sehr abweichen von denen der beiden letzteren Versuche, die unter sich, gewifs aber nur durch Zufall, ziemlich übereinstimmen. — Im ersten Versuche enthielt die gebildete Phosphorsäure 0,496 Grm. Phosphor, und die gebildete unterphosphorichte Säure 0,663 Grm. Phosphor; im zweiten Versuche die Phosphorsäure 0,571 Grm. Phosphor, und die unterphosphorichte Säure 0,967 Grm.; im dritten Versuche die Phosphorsäure 0,192 Grm. Phosphor, und die unterphosphorichte Säure 0,316 Grm. — Die Phosphormengen der gebildeten Phosphorsäure verhalten sich daher in den beiden letzten Versuchen zu den Phosphormengen in der gebildeten unterphosphorichten Säure wie nahe 3:5; in dem ersten hingegen, bei welchem kein überflüssiger Phosphor zugegen war ungefähr wie 3:4. Später habe ich diese Versuche mit sehr verdünnten Auflösungen von Barythydrat wiederholt; die Menge des Phosphors in der unterphosphorichten Säure gegen die in der Phosphorsäure aber noch bedeutender gefunden, als in den erwähnten Versuchen.

## III. *Verzeichniſs von Erdbeben, vulcanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre* 1821;

*von K. von Hoff.*

(Dritte Abtheilung; die zweite findet sich in dies. Ann. Bd. 85. S. 589.)

### Nachträge

### zu 1822.

Julius 23. *Sumatra, Sunda-Insel.* Ausbruch des Vulcans *Gunong-Ber-Api* (*Eisen-Feuer-Berg*) in der unteren Provinz *Tana-Datar* (12000 Fuſs über der Meeresfläche). Der Ausbruch scheint nicht aus dem nahe am Gipfel befindlichen Krater, sondern an einer Seite des Berges erfolgt zu seyn. Die Nachricht davon bestimmt die Stelle des Ausbruchs bei *Pagar-Uyong*, der Hauptstadt von *Menang-Kabou*, etliche Milles von der Basis des Gipfels. Es war ein von unterirdischem Getöse begleiteter Auswurf von Feuer und Steinen, der nur eine Viertelstunde dauerte. Ihm folgte eine Woche lang nur Ausstoſsen von Dampf. Seit funfzehn Jahren hatte der Berg nicht ausgeworfen.

September (ohne Angabe der Tage). *Sumatra.* Erdbeben in der Provinz *Menang-Kabou* zwischen den beiden Vulcanen *Gunong-Ber-Api* und *Gunong-Tallang* (letzterer liegt in der Provinz *Tiga-Blas*). Die Erdstöſse wurden während 24 Stunden ungefähr alle Stunden gespürt, und waren von unterirdischem Getöse begleitet, das bald von dem einen, bald von dem andern Vulcan herzukommen schien. Der *Tallang* dampft nur zuweilen, aber man weifs seit langer Zeit von keinem Ausbruche desselben. — Férussac, *Bullet. des Scienc. natur. T. IX. p.* 20. u. 21. aus *Asiatic Journal* 1826, Mai, p. 577.

Zu 1822.

November 19. Von den heftigen und ausgebreiteten Wirkungen des Erdbebens in *Chili* (s. diese Annal. Bd. 7. (83.) S. 299.) in den Gebirgen und Bergwerken, namentlich in der Grube des Goldbergwerkes *El Bronze*, wo Alles erschüttert und Stücke von Felswänden abgerissen wurden, finden sich ausführliche Nachrichten in Capt. Head *Rough Notes taken etc. on the Pampas*, und daraus in Froriep's Notizen No. 374. (1827) S. 344.

Zu 1823.

Febr. 9. Zu den an diesem Tage im Meere empfundenen Erdstöfsen (s. diese Annal. Bd. 9. (85.) S. 590.) gehört noch folgende Nachricht. 1 U. 10′ Ab. unter 1° 21′ N. Br. und 85° 35′ O. L. (wahrscheinlich v. Greenwich) empfand das englische Schiff *Winchelsea* einen Stofs, von dem der Berichterstatter (Lachlan) glaubte, dafs er mit einer vulcanischen Bewegung auf *Sumatra* in Verbindung gestanden habe. — *Edinburgh Journal of Science*, 1826, *Apr.*, *S.* 264. Férussac, *Bulletin des scienc. natur. T. IX. p.* 21.

März 5. *Sicilien.* Die oben (Ann. Bd. 9. S. 592) von dem Erdbeben dieses Tages gegebenen Nachrichten sind unvollständig und fehlerhaft. Da mir Ferrara's darüber mitgetheilte im Original nicht zu Gesichte gekommen sind, so gebe ich diesen Nachtrag aus einem Auszuge von Ferrara's Schrift, der sich in Brewster's *Edinburgh Journal of Science. No. VII. S.* 155. befindet.

5 U. 26′ Ab. erfolgte der erste Stofs, von unten herauf, darauf ein zweiter stärkerer wellenförmig, ein dritter von ähnlicher Art, doch minder stark, ein vierter, wie der zweite, und ein fünfter, wie der erste. Ihre Dauer (eines jeden, oder Aller zusammen?) war 16 bis 17 Secunden. Ihre Richtung von Nordost nach Südwest. So war es in *Palermo.* Westlich von Pa-

Zu 1823.

lermo in den Bergen war das Erdbeben weniger stark; stärker jedoch in der Nähe der Küste als tiefer im Lande. Weiter westlich, z. B. in *Castelamare*, wurde nur sehr wenig davon empfunden. An der Küste östlich von Palermo war die Erschütterung äufserst heftig. *Altavilla*, *Trabia*, *Godiano*, *Termini* litten fürchterlich. Von dem Berge *Bisambra* unweit *Godiano* wurden grofse Felsenmassen abgerissen und herabgestürzt.

Die warmen Quellen, sowohl in den Bädern, als die in der Nachbarschaft denselben Ursprung in den Bergen längs der Küste von Termini haben, flossen reichlicher, waren wärmer, und von dem Thone, aus dem sie quellen, stark gefärbt. Die Stöfse scheinen mit der zunehmenden Entfernung von Palermo gegen Osten stärker gewesen zu seyn. Achtundvierzig (ital.) Meilen davon, in *Cefalu*, waren sie sehr zerstörend. Das Meer warf dort zwei ungeheuere Wellen nach einander mit grofser Gewalt auf den Strand. *Polina* und *Finale* litten ebenfalls.

Gegen das Innere des Landes nahm die Stärke der Stöfse ab. *Ciminna* (südlich von Termini) und *Cerda* empfanden sie noch heftig und mit Zerstörung. In *Roccapalomba*, *Scillato*, *Gratteri*, *Colesano* wurden noch Gebäude zerstört und stark beschädigt. In der Nachbarschaft von *Pozzillo* und *Sta. Agata* und auf einem weiterstreckten Landstriche waren mehrere lange Spalten und Höhlen entstanden. Aehnliche Höhlen und Spalten hatten sich im *Argillaceous Chalk* (ich weifs nicht, welcher deutsche geognostische Kunstausdruck dieser Gebirgsart gebührt) bei der kleinen Stadt *Ogliastro*, 16 Meil. südl. von Palermo, geöffnet. *Isnello* am Fufse der Madonischen Berge, *Geraci*, *Castelbuono*, *St. Mauro*, eben so gelegen, litten Schaden.

Die Orte an der südwärts eingebogenen Küste zwischen *Capo Orlando* und *Capo Calava*, den Lipa-

rischen Inseln gegenüber, erlitten die heftigsten Stöfse. Darunter wurde *Nato* (nicht *Noto*, wie oben Bd. 9. S. 593. steht) fast ganz zerstört. Es entstand dort eine Erdspalte, und man fürchtete das Herabstürzen des ganzen Hügels, auf dem der Ort steht. Sehr litt die Stadt *Patti*, die der Insel Volcano gerade gegenüber liegt. *Pozzodigotto*, *Meri* und *Barcellona* litten nur wenig. Zu *Milazzo* auf der Küste und zu *Sta. Lucia* war der Stofs zwar stark, aber unschädlich. In *Messina* litten einige Häuser.

Im Innern der Insel wurden die Stöfse schwächer empfunden; nur schlechte schadhafte Gebäude litten dort davon etwas, wie in *Caltantuso* und *Alimena*; zu *Catania* empfand man ihn kaum. In *Syracus* und benachbarten Orten haben nur einige Personen etwas davon bemerkt. Eben so in der Gegend von *Modica* bei *Cap Passaro*. In den südlichen und westlichen Theilen der Insel geschah kein Schade; zu *Alcamo* fühlte man das Erdbeben ziemlich stark, zu *Tropani* sehr schwach.

Ferrara bemerkt bei dieser Gelegenheit, da Palermo zum Theil auf festem Kalkstein, zum Theil auf angeschwemmten Boden erbaut ist, dafs zwar in der Regel die letztere Art des Bodens die Erdstöfse weniger gut fortpflanze, als die erstere, dafs aber deshalb schlechte Gebäude auf diesem Boden doch weniger gegen die Zerstörung durch Erdbeben gesichert seyen, als die soliden Gebäude auf Felsengrund, wenn gleich dieser von den Erdstöfsen am heftigsten erschüttert zu werden pflege. Er belegt diefs mit Beispielen von den Erdbeben v. J. 1726 zu Palermo und anderen zu Messina und Catania. Zugleich äufsert er die Vermuthung, dafs die Brunnen und Oeffnungen, welche von den Alten als Sicherungsmittel gegen die Erdbeben betrachtet worden seyen, diese Eigenschaft wohl nicht dadurch, dafs sie unterirdischen Dämpfen und Gasarten den Aus-

gang gestatteten, sondern um deswillen besäfsen, weil sie die Fortpflanzung der Stöfse durch Unterbrechung des fortpflanzenden festen Mittels unterbrächen. Ich gestehe, dafs mir diese Erklärungsweise weniger einleuchtet, als die erste, weil solche Arten von Aushöhlungen des Bodens, wie Brunnen und ähnliche denen man die erwähnte Eigenschaft zuschrieb, einem Erdstofs, er komme von unten oder von der Seite, wohl zu wenig Fläche darbieten, um das Fortpflanzen desselben im festen Gestein zu hemmen.

Julius 1—15. Zufolge Nachrichten aus *Island* vom 14. März 1824, sollen, nachdem die in den vorgenannten Tagen erfolgten Ausbrüche des *Koetlegiaa* aufgehört hatten, von diesem Vulcan auf's Neue so grofse Mengen von Wasser ausgeworfen worden seyn, dafs eine grofse Ueberschwemmung in der Gegend verursacht worden ist. — *Révue encyclopéd.* 1824, *Nov. S.* 514. —

---

1824.

Januar 2. *Macao, China,* 7 U. Ab. Eine Erderschütterung fünf Secunden dauernd. — *Asiatic Journ.* 1824, *Nov. S.* 488. Daraus in Férussac *Bull.des Scienc. natur.* 1825. *T.* 1. *p.* 9.

Januar 5. *Trinidad,* Insel, Südamerica. Zwischen 3 u. 4 U. Morg. ein ziemlich starker Erdstofs. — *Archives des découv.* 1824. *p.* 212.

Januar 6. *Bergen, Norwegen.* 5½ U. Morg. starke Erderschütterungen in der Richtung von SW nach NO. Dabei unterirdisches Getöse, das länger als 1 Minute dauerte. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 212.

Januar 6—19. *Erzgebirg* und *Fichtelgebirg.* Eine merkwürdige Reihe von Erderschütterungen. (S. auch unten 2—5. Februar.)

Schon am 1. Januar hatte man zu *Hartenberg* im

1824.

Ellenbogener Kreise, bei grofser Kälte und Windstille, ein donnerähnliches Getöse gehört. Den 6. u. 7. in der Nacht empfand man daselbst Erdstöfse. Am 7. Morgens einen so starken, dafs in einem Zimmer des Schlosses die Tünche von der Decke fiel. Am 9. Morgens $8\frac{1}{2}$ U. Erderschütterung im untern Theile des Landgerichts *Wunsiedel* am Fichtelgebirg, gegen die böhmische Gränze zu; zum Theil mit hörbarem unterirdischen Rollen. — An demselben Tage 3 U. 15′ Ab. u. 11 U. Abends. Desgleichen am 10. 2 U. 45′ Morg. u. 3 U. u. 5 U. Morg. Erschütterung zu *Hartenberg*, *Gossengrün*, *Silbergrün*, *Bleystadt*, *Annadorf*, *Schossenreut*, *Pirkles*, *Marklesgrün*, *Buterbach* und *Heinrichsgrün*; sehr heftig in den *Primlesser* Bergwerken. Am 10. 4 U. Abends ging, bei einem Thermometerstande von —7° R., das Eis (also nicht durch Wärme) auf der *Zwoda* bei *Hartenberg* auf, und man empfand 7 U. 30′ Ab., 9 U. u. 11 U. Ab. Erschütterungen, eben so am 11. und in der Nacht zum 12., in letzterer vorzüglich stark, und mit unterirdischem Getöse.

Auch an den vorhin angeführten Orten am Fichtelgebirg empfand man am 10. $11\frac{1}{4}$ U. Ab., am 11. $10\frac{3}{4}$ U. Morg., und am 13. in der Mittagsstunde Erschütterungen.

Am 13. 1 U. Ab. war die Erschütterung wieder in den böhmisch-erzgebirgischen Orten sehr stark, besonders in *Fribut* und *Bleystadt*, am stärksten aber in den Dörfern *Prinkles*, *Pernau* und *Leopoldhammer*. Quellen in der dortigen Gegend, welche seit Jahren versiegt gewesen waren, wurden plötzlich wasserreich, eine Erscheinung, die auch bei *Adorf* bemerkt wurde.

Am 14. und einigen folgenden Tagen erfolgten schwache Erschütterungen mit unterirdischem Getöse zu *Hartenberg*.

Am

1824.

Am 15. $3\frac{1}{2}$ U. Morg. im Landgerichte *Münchberg* am Fichtelgebirge.

Am 18. 8 U. Morg. nach vorhergegangenem unterirdischen, donnerähnlichen Getöse zwei heftige Stöfse zu *Hartenberg*. Desgleichen mehrere 7 U. 45′, 10 U., 11 U. 45′ Ab. bei starkem Westwind, Schneefall und geringem Sinken des Barometers.

Am 19. 5 U. Morg. ein starker Erdstofs, desgleichen 9 U., 9 U. 30′, 11 U. 30′ und 11 U. 35′ zu *Hartenberg*. Dann 3 U. und 4 U. Ab. zu *Graslitz*. — 4 U. zu *Eger*. — 4 U. 30′ zwei sehr heftige Stöfse nach starkem unterirdischen Rollen zu *Hartenberg*, diese beiden waren die heftigsten von Allen. Man fürchtete den Einsturz des Schlosses. Auch zu *Heinrichsgrün* empfand man den Stofs 4 U. Ab. sehr stark. Der Zug der Erschütterungen schien von *Graslitz* nach *Eger* und von da nach *Hartenberg* zu gehen. Sämmtlich aber schwach wurden diese Erdstöfse empfunden zu *Falkenau* und *Ellenbogen;* stärker zu *Stolzenhayn*, *Holzbach*, *Böhmisch Wiesenthal* u. s. w.

— Allgem. Zeitg. 1824. No. 23. S. 91. — Preufs. Staatszeitg. 1824. No. 47. S. 211. — Hallaschka in Kastner's Archiv. Bd. 1. S. 320.

Januar 15. Zu *Arenazzo*, unweit *Ferrara*, ereignet sich ein Meteorsteinfall. — Chladni in Poggendorff's Annalen. Bd. 6. S. 27.

Januar 23. Schnelles Fallen des Barometers und in der zweiten Hälfte dieses Tages aufserordentlich tiefer Stand; am 24. eben so schnelles Steigen desselben in Deutschland, Frankreich, ganz Italien u. s. w. — Kastner's Archiv. Bd. 1. S. 125. — Bd. 2. S. 394. folg.

Februar 2—5. Wiederholte Erdstöfse zwischen dem *Erzgebirge* und dem *Fichtelgebirge*, besonders bei *Heinrichsgrün;* am 2. 9 U. Morg. u. 11 U. Ab., das unterirdische Getöse dauert 1 Stunde lang. — Am 3.

1824.

2 und 6 U. Morg. schwache, 10¾ U. Morg. stärkere Erschütterung. — Am 4. 7. U. Morg. zwei starke Stöfse. — Am 5. 5½ U. Morg. — Preufs. Staatszeitg. 1824. No. 47. S. 211.

Die Orte, an denen die Erdstöfse vom 6—19. Januar und vom 2—5. Febr. empfunden worden sind, liegen fast sämmtlich in einer von NO. nach SW. gerichteten Linie, deren nordöstlichste Endpunkte *Grafslitz* und *Fribus* sind, die südwestlichen aber *Wunsiedel* und *Eger*. Sie liegen auf dem südlichen Abhange des Erzgebirges, und auf der von demselben nach dem Egerflusse abfallenden Verflächung des Landes. Auf dem rechten (südlichen) Ufer der Eger sind keine Erschütterungen wahrgenommen worden. Die Richtung der unterirdischen Bewegungen scheint von Nordost nach Südwest gegangen zu seyn; doch läfst sich dieses aus den oben angegebenen Zeitbestimmungen nicht mit völliger Gewifsheit schliefsen. In dem nördlichen Theile des beunruhigten Landstrichs scheinen die Erschütterungen stärker gewesen zu seyn, als in dem südlichen; am stärksten aber zu und um *Hartenberg*, welcher Ort ungefähr in der Mitte des ganzen Striches liegt. Merkwürdig ist dabei die Seitenrichtung, nach welcher man auch zu *Adorf* und im Landgerichte *Münchberg* etwas von den Erschütterungen empfunden haben will.

Februar 11. *Irkutzk, Sibirien.* Leichte Erderschütterung. — *Archives des découvertes.* 1824. *p.* 212. — Poggendorff's Ann. Bd. 2. p. 155.

Februar 21. 8 U. Ab. *Sta. Maura, Jonische Insel.* Ein heftiger Erdstofs, der mehrere Gebäude beschädigte. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 212.

März 2. und 3. Tiefer Barometerstand in Deutschland, Frankreich, Italien. Orcan im mittelländischen Meere, vorzüglich um die Küsten von Italien; starker Schnee-

1824.

fall in Rom, Neapel u. s. w. — Kastner's Archiv. Bd. 1. p. 382., Bd. 2. p. 401. folg.

April 10. Einige Minuten vor 10 U. Ab. *Kingston, Jamaica.* Ein sehr heftiger Erdstofs, den man auch an mehreren Orten der Insel empfand; seit vielen Jahren der heftigste. Die Erschütterung, der ein starker Wind vorausging, dauerte ungefähr 30 Secunden, und war mit unterirdischem Getöse verbunden. Drei bis vier Häuser sind eingestürzt.

Bis zum 15. erfolgten noch einige minder heftige Stöfse. Einige Häuser in *Kingston* und *Liquinea* haben gelitten. Zu *Spanischtown* und *Oldharbour* waren die Erschütterungen sehr stark.

Zu *Yallahs* fühlte man in der Nacht vom 13. um dieselbe Stunde wie Tags zuvor (?) eine neue Erschütterung, eben so wie die erste von unterirdischem Brüllen begleitet. Endlich am 14. zwischen 1 und 2 U. Morg. einen dritten Stofs, den schwächsten.

Zu *Port Royal* und in seiner Umgegend empfand man in der Nacht vom 12. April, ungefähr 12 Minuten vor 10 U., einen starken Erdstofs, der fast 1 Minute dauerte, aber keinen Schaden that. Einen andern in der Nacht vom 13. um dieselbe Zeit; er war viel schwächer, dauerte aber länger. — Verneur, *Journal des Voyages. Vol. XXIII. p.* 101.

April 20. Gegen 3 U. Morg. *St. Thomas, Westindische Insel.* Heftige Erderschütterung mit donnerähnlichem Getöse. Viele Personen werden aus den Betten geworfen. In der hier benutzten Nachricht wird hinzugesetzt: *„un bâtiment s'est englouti par suite de la commotion;“* und es bleibt zweifelhaft, ob dabei vom Wasser oder vom Lande die Rede ist. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 213.

April 22. Erster Anfang des Ausbruchs des *Goenong Apie* auf *Banda.* — S. unten 9. Junius.

1824.

Mai 31. 4 U. Morg. *Bury* (wo liegt dieser Ort?). Leichte Erderschütterung. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 213.

Junius (ohne Angabe des Tages). Unweit *Leeds* auf den Grenzen von *Lancashire*, 9 engl. Meil. von *Keighley* und 6 von *Colne*, liegt, bedeutend höher als das Niveau des *Aire*-Flusses bei *Leeds*, ein Morast. Aus demselben entspringen kleine Bäche, die dem *Aire*-Flusse durch eine tiefe Schlucht zufallen. Der *natürliche* Damm, welcher diesen Morast hielt, brach im genannten Monate durch unbekannte Ursachen. Das abströmende Wasser bildete sich einen Canal von ungefähr 12 *Verges* (vermuthlich im Originale *Yards*) Breite und 6 *Verges* Tiefe, und Alles, was ein Raum von 1200 *V.* im Umkreise enthielt, Festes und Flüssiges, ging durch die Oeffnung fort, und stürzte sich in die Schlucht. Die Bewegung dieser ungeheuern Masse, beschleunigt durch den Fall, rifs Alles mit sich fort. Wohin der Strom sich verbreitete bedeckte dicker Schlamm die Felder; Felsenstücke wurden mehr als eine engl. Meile weit fortgeführt.

Einige Personen schrieben diese Begebenheit einem Erdbeben zu, aber man hat ringsum nirgends etwas von einem solchen empfunden. Da in dem Augenblicke, als der Durchbruch erfolgte, eine dicke Gewitterwolke den Himmel bedeckte, so hat man vermuthet, dafs eine Wasserhose auf unterirdische Wasser gewirkt habe. Aehnliche Ereignisse sind im 16. und 17. Jahrhundert in der Umgegend von *Lancaster* vorgekommen. — *Revue Encyclopéd.* 1824. *Oct. p.* 229., aus Leeds *Mercury* genommen. — Nach Anderen soll sich diese Begebenheit im September ereignet haben. S. Poggend. Ann. Bd. 3. p. 155., auch Phil. Magaz. No. 317. p. 229.

Junius 2. *Schiraz, Persien.* An diesem Tage soll man

1824.

dort zuerst, vor dem folgenden grofsen Erdbeben, einige Bewegungen empfunden haben.

Junius 9. *Banda, Sunda-Insel.* Ausbruch des Vulcans (*Gonung Api*), an welchem sich schon am 22. April ein neuer Krater geöffnet hatte. Der Ausbruch dauerte bis zum 14., mit Ausstofsen grofser Dampf- und Aschenwolken, Auswerfen glühender Steine u. s. w. Darauf ruhete der Berg bis zum 25., an welchem ein neuer Ausbruch mit Erderschütterungen erfolgte, die drei Minuten lang anhielten. Das Ausstofsen von Steinen, Aschen- und Dampfwolken dauerte noch lange Zeit fort. — Hertha. Bd. 1. 1825. — Geograph. Zeitg. p. 92. und 226.

Junius 23. oder 25. 5½ U. Morg. *Persien.* Heftige Erdstöfse, welchen 6 Tage und 6 Nächte hindurch mehrere minder heftige folgen. Die Stadt *Schiraz* leidet dadurch am meisten, und zwar vorzüglich durch den ersten Stofs und drei andere, die demselben bis 10 Uhr Morgens folgen. Ein Theil der Stadt wird fast ganz dadurch zerstört und versenkt. Nächst ihr leidet vornehmlich die Stadt *Kazroun.* In den Gegenden dieser Städte sollen Berge geebnet worden seyn. Der Tag des heftigsten Erdbebens war nach dem Persischen Kalender der 27. des Monats *Chaval,* J. 1239. — Frick und Devilleneuve (sonst Verneur) *Journal des voyages. Vol. XXV. p.* 118.; aus dem Courier von Bombay. — *Revue encyclopédique,* 1825. *März. p.* 846. — Eine Nachricht, welche dieses Erdbeben in den April versetzt, beruht wohl auf einem Irrthum. S. Allgem. Zeitung, 1824. No 343. S. 1372.

Julius 9. *Neu-Braunschweig, Brittisch Nordamerika.* Starke Erderschütterung mit einem Knall, wie von einer Kanone. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 213.

Julius 18. Zu *Réalmont,* 1½ Lieue nördlich von *Per-*

1824.

*pignan*, *départ. des Pyrenées orientales*, beobachtete man am Morgen ungewöhnliche Wärme. Um Mittag stieg das Thermometer R. auf 27°, 1½ U. auf 29°. So blieb es bis 3½ U., da erhob sich auf einmal ein starker und so warmer Nordwestwind, dafs es noch auf 30°,75 stieg. Abends 10 U. 8′ erfolgte ein Erdstofs mit Geräusch wie vom Rollen eines Wagens, Gläser klirrten u. s. w. Auch zu *Perpignan* und an anderen Orten empfand man diese Erschütterungen. Am Morgen des 21. stand das Thermometer nur 15°. — Férussac, *Bullet. des Sc. mathém.* 1824. *T. II. p.* 178.

Zu *Roussillon* schien die Erschütterung von NO. nach SW. gerichtet. Sie dauerte 4 bis 5 Secunden. Zu *Collioures* hörte man vor derselben ein unterirdisches Getöse, das 4 bis 5 Secunden nach derselben fortdauerte. Zu *Montlouis* war der Himmel den ganzen Tag rein und die Luft ruhig gewesen; aber gleich nach der Erschütterung erhob sich ein heftiger Orcan. Zu *Perpignan* war das Thermometer gegen Abend bis zu 35° Hundertth. Sc. (28° R.) gestiegen, die Atmosphäre schien mit brennenden Dünsten erfüllt, und man wurde von der Luft unangenehm afficirt. Zu *Carcassonne* war die Erschütterung von einem heftigen Pfeifen des Windes begleitet, das die Einwohner mit dem Zischen einer Rakete verglichen. Alle Punkte des Horizontes waren den Tag über von Blitzen durchkreuzt worden, denen kein Donner folgte. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 213.

Ohne dem Umstande nur irgend eine Bedeutung beilegen zu wollen, mag ich doch nicht unerwähnt lassen, dafs zu *Gotha*, nachdem dort am 17. das Thermometer bis auf 21° R. gestiegen war, am 18. bei 18° zwischen 1 und 2 U. Ab. ein sehr heftiges Gewitter mit einem Hagelfall losbrach, bei welchem alle Körner

1824.

die Gröfse von Büchsenkugeln, und manche die von Taubeneiern und darüber hatten. Der grofse Hagel ist in und nahe bei der Stadt Gotha eine so seltene Erscheinung, dafs man sich seit dem Jahre 1783 eines eigentlichen Hagelwetters dort nicht erinnerte. — Der gewitterhafte Zustand der Atmosphäre mag an diesem Tage über einen grofsen Theil von Europa verbreitet gewesen seyn.

Julius 19. 5 U. Morg. *Lissabon.* Ein sehr fühlbarer Erdstofs. Tags zuvor stieg die Wärme der Luft über 36° R. bei einem Nordostwind, welcher die Trauben am Stocke auf der Stelle trocknete, auch Thiere und selbst Menschen auf der Stelle tödtete. — *Journ. de Francfort.* 1824. No. 226.

Julius 19. (oder 29.?) ereignete sich im See von *Massaciuccoli*, nahe bei dem Dorfe *Vecchiano* im Gebiete von *Lucca*, folgende Erscheinung. Morgens, nach einem kurzen, heftigen Regen und einigen ziemlich starken Donnerschlägen, wurde am westlichen Ende des See's das Wasser trüb, und färbte sich wie von Seife oder Kalk. Erst am 21. wurde es wieder hell. Darauf sah man eine grofse Menge grofser und kleiner Fische todt auf dem Wasser. Ihre Anzahl war so grofs, dafs polizeilich Anstalten getroffen wurden, das Verpesten der Luft zu verhüten. Während der Bewegung des Wassers spürte man einen starken Schwefelgeruch, vermischt mit dem Geruche von faulenden Pflanzenstoffen. — Férussac, *Bullet. des Sc. naturelles.* 1824. *T. III. p.* 164; aus der *Antologia di Firenze.* — *Ann. de Chimie et de Phys. T.* 27. *p.* 386. — Den 19. giebt an Kastner Archiv. Bd. 4. p. 383.

Julius 27. Bei *Voigtsbach* in der Herrschaft *Reichenberg*, *Böhmen*, Nachmittag gegen 4 U. eine zerstörende Windhose von SW. nach NO. ziehend in abwechselnder Breite von 60 bis 400 Schritten. Sie er-

1824.

streckt ihre Verwüstungen auf 1 Meile in die Länge, zerbricht und entwurzelt über 6000 Bäume, hebt Gebäude auf, reifst Felsenstücke ab u. s. w. Zugleich ein heftiges Gewitter. — Kastner's Archiv. Bd. 3. p. 449.

Julius 29. *Lanzerote, Canarische Insel.* An diesem Tage wurden die Einwohner durch einzelne Erdstöfse beunruhigt. Bis zum 31. wurden solche immer heftiger, und an diesem Tage öffnete sich die Erde 1 Stunde westlich von der Hauptstadt (*Teguise*) zwischen *Tao* und *Tiangua*. Der neu entstandene Krater warf in kurzer Zeit einen hohen Berg auf, indem Flammen und glühende Steine aus seinem Schlunde ausgestofsen wurden. Eine andere Nachricht giebt die Ortsbestimmung für diesen Krater zu 1 Lieue vom *Port du Recif* und $\frac{1}{2}$ Lieue vom Berge *Famia*. Dieser Auswurf dauerte bis zum 1. August, an welchem Tage der Schlund sich geschlossen und nur Spalten offen gelassen zu haben schien, aus welchen dicke Dampfwolken hervordrangen. — Am 2. August, Morgens, bildeten sich drei grofse Dampfsäulen, jede von anderer Farbe, die eine weifs, die andere schwarz, die dritte entferntere schien roth zu seyn. Aus anderen Nachrichten folgt: — und damit mag die Beschreibung von den drei Rauchsäulen übereinstimmen — dafs die Erde an drei verschiedenen Orten aufgebrochen ist, also drei neue Krater gebildet worden sind. Einer dieser Ausbrüche scheint am 22. August statt gefunden zu haben. Aus dem zuerst aufgebrochenen soll keine Lava geflossen seyn, hingegen soll er zwischen dem 22. und 24. Wasser ausgestofsen haben, welches einen Bach gebildet habe, von dem noch am 26. etwas (*un filet d'eau*) abgeflossen sey. Keiner von diesen drei Kratern war länger als acht Tage in Thätigkeit, und der letzte, nachdem er 24 Stunden lang nur Lava ausgespieen hatte, warf

1824.

mit aufserordentlicher Gewalt eine Säule von Salzwasser aus, von 4 Fufs Durchmesser, und 200 Fufs hoch, auf welche sodann ein dicker Dampf folgte. Die bei diesen Ausbrüchen ausgestofsene Lava ging sieben *Milles* weit bis zum Meere, in welches sie sich unweit und unter dem Winde von *Gariota* ergofs, WNW. von *Porto Naos* (also an der diesem Hafen entgegengesetzten nordwestlichen Seite der Insel). Eine andere Nachricht sagt, dafs noch am 6. October Lava ausgeflossen sey. — Diese nicht durchaus klaren und nicht mit Sicherheit zu vereinigenden Nachrichten sind genommen aus *Moniteur*. 1824. *No.* 298. *p.* 1405. (wo, wahrscheinlich irrig, der 29. *August* als Tag des ersten Ausbruchs angegeben ist). — *Moniteur*. 1825. *No.* 24. *p.* 94. — *Journal de Francfort*. 1825. *No.* 17. — Kastner's Archiv. Bd. 4. p. 246. — Leonhard's Zeitschr. 1825. Bd. 1. p. 71.; 1826. Bd. 1. p. 451.

Nach den oben angegebenen Ortsbestimmungen hat sich dieser Ausbruch in einer Gegend der Insel ereignet, die ungefähr 1 geographische Meile mehr nördlich liegt als der Schauplatz der grofsen Ausbrüche vom Jahre 1730 und folgenden, über welche Hr. von Buch so schätzbare Nachrichten gesammelt hat. (Abhandl. der physik. Classe der K. Preufs. Acad. v. d. J. 1818 und 1819, und Beschreibung der canarischen Inseln.) Der Weg aber, welchen bei der neueren Eruption die Lava bis zum Meere genommen haben soll, bedarf einer näheren Angabe, als man aus der vorstehenden Beschreibung entnehmen kann, wenn man sie mit der von Hrn. von Buch gegebenen Charte zu vergleichen sucht.

August 1. und 2. *Granada, Andalusien.* Acht Erdstöfse. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 214.

August 4. *Nieder-Wesseling,* Dorf zwischen *Kölln* und *Bonn.* Wasserhose, die gegen 1 U. Ab. von SSW. nach NNO. streicht, und auf den Feldern, so wie an

1824.

den Häusern des Dorfes, grofse Zerstörung anrichtet. Das Meteor ging über den Rhein, und seine Wirkungen hörten ungefähr 1 Stunde jenseits des rechten Ufers auf, bei der *Langelter* Mühle. Einige wollen beim Verschwinden desselben eine feurige Erscheinung wahrgenommen haben. — Nöggerath in Kastner's Archiv. Bd. 3. p. 52.

August 8. *Comrie, Pertshire, Schottland.* Morgens starke Erderschütterung mit einem Getöse, das die Einwohner mit dem von einem schweren auf dem Pflaster rollenden Wagen verglichen. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 214.

August 10. *Kirchenstaat.* Im Gebiete von *Passerano*, welches an das von *Tivoli* stöfst, versank eine Strecke Landes. Aus der Tiefe drang so viel Wasser hervor, dafs es einen See bildete von 130 Palmen im Umfange und 27 Palmen Tiefe. Ein eigentlicher Erdfall. — Preufs. Staatszeitung. 1824. No. 217. p. 954.

August 12. und 13. *San Pietro di Bagno* und *Salvapiana, Toscana.* In den Morgenstunden gegen zwanzig Erderschütterungen, unter denen doch nur drei so stark waren, dafs sie die Glocken anschlagen machten. Einige Schornsteine fielen ein. Den folgenden Tag und die folgende Nacht spürte man noch mehrere Stöfse, doch ohne bedeutende Wirkung. Vor Eintritt der Erschütterungen hatte man in der Luft um die Sonne eine besondere Art von Nebel bemerkt. Die Sonne schien wie umschleiert und glich mehr dem Monde. In der Nacht vorher hatte ein Reisender eine Feuerkugel gesehen. — Preufs. Staatszeitung. 1824. No. 217. S. 954. *Arch. des découv.* 1824. *p.* 214.

August 18. *Harderwyk, Niederlande* an der *Zuydersee.* Erderschütterungen gegen SW. gerichtet, mit einem grofsen Geräusche, wie von einem schnell über ungleiches

1824.

Pflaster rollenden Wagen. — *Arch. des découv.* 1824. *p.* 215. — *Revue Encyclop.* 1824. *Oct. p.* 244.

August 25. Zu *Mendoza* am *Plata*-Strom fällt ein Staubregen. — Chladni in Poggendorff's Annal. Bd. 6. *p.* 28.

September 2. *Nertschinsk*, *Sibirien.* 5 Uhr Morgens wurde in der Grube *Klintschkinks*, in der Richtung von N. nach S., ein Getöse vernommen. Darauf folgte ein Erdstofs, von welchem alle Gebäude wankten. Im Jahr 1800 hatte man dort eine ähnliche Erscheinung gehabt. Das dortige Gebirge besteht aus Granit, und nicht weit davon sind warme Quellen. — Férussac, *Bulletin des Sc. natur. T. VIII. p.* 20., aus dem Courier von Sibirien (*Sibirsky Vestnick*). 1824. *No.* 15. *et* 16. *p.* 97.

September 7. In der Nacht zum 8. *Guadeloupe*, Westindische Insel. Heftiger Orcan mit einigen Erdstöfsen und Gewitter, und am folgenden Morgen heftigen Regengüssen. Zwischen 1 und 2 U. Morg., da der Orcan am stärksten wüthete, fiel das Barometer sieben Linien unter seinen gewöhnlichen Stand; dort ein unerhörtes Beispiel. — *Journal de Francfort.* 1824. *No.* 325.

September 9. *Basseterre* bei *Guadeloupe* 10 U. Abends etliche Erdstöfse. — *Arch. des découv.* 1824. p. 215. (wenn nicht vielleicht dieselbe in der vorhergehenden Angabe erwähnte Begebenheit durch Verwechselung der Tage auch hier bezeichnet ist).

September 13. *Plymouth*, *England.* Aufserordentliche Bewegung im Meere. Irreguläres und schnell auf einander folgendes Steigen und Fallen desselben, mit gewaltsamen und zerstörenden Wirkungen auf die Ufer und Schiffe. Den folgenden Tag wurden die Erscheinungen noch fürchterlicher. Erst Nachmittags 2 Uhr nahm Ebbe und Fluth ihren regelmäfsigen Gang wie-

1824.

der an. Der Berichterstatter glaubt, es müsse in irgend einem Winkel der Erde eine Zuckung der Natur statt gefunden haben, weil im Jahr 1798, bei dem Erdbeben zu *Siena*, sich etwas Aehnliches ereignet habe. — Férussac, *Bullet. des Scienc. Mathém*, 1825. *T. III. p.* 176., aus *Annals of Philos.* 1824. *Sept. p.* 234.

October 3. 1 U. Morg. *Martinique*, Westindische Insel. Zwei Erdstöfse, welche zwar die Menschen aus dem Schlafe wecken, aber keinen Schaden thun. — *Ann. of Phil.* 1824. *Sept. p.* 204., daraus in *Revue encyclop.* 1825. *Febr. p.* 542.

October 14. *Berauner* Kreis in *Böhmen*. Meteorstein-Fall. — Chladni in Poggendorff's Annal. Bd. 6. p. 28. — Kastner's Archiv. Bd. 3. p. 200.

Octob. 20. *Orenburger* Gouvernement, *Rufsland*. Hagelfall, bei welchem die Hagelkörner Kerne von krystallisirtem Schwefelkies haben. — Chladni in Poggendorff's Annal. Bd. 6. p. 30.

October 26. Schon früher im Laufe dieses Monats hatte man auf der Insel *Luçon* einige leichte Erderschütterungen empfunden. Am genannten Tage erfolgte zu *Manilla* ein so heftiger Erdstofs (seit 1795 [1796?] war kein so heftiger dort erfolgt), dafs einige Kirchen, eine der Brücken und mehrere Privathäuser einstürzten. Ungefähr vier (engl.?) Meilen von der Stadt, nahe am Flusse, brach die Erde mit lautem Krachen auf, und kurz darauf sah man eine Menge todter Fische auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, die der Strom in's Meer führte. (Es ist nicht ausgedrückt: ob das Wasser mit diesen Fischen aus den Erdspalten kam, oder ob sie sich nur auf dem Flusse zeigten.) Die Einwohner flüchteten aus der Stadt auf das Land, so dafs jene fast verlassen blieb. Da die Casernen von Grund aus durch das Erdbeben zerstört waren, so wurde auf einer etwas entfernten Ebene ein Lager

1824.

aufgeschlagen. Aber den 1. November brach ein Orcan los, der nicht nur alle Zelte wegführte, sondern auch an vielen Häusern die Dächer zerstörte, und sechs Schiffe im Hafen auf den Strand warf. — Aus *Chronicle of Singapore.* 25. *Nov.* 1824., in *Asiatic Journal.* 1825. *Jun.*, und daraus in Férussac, *Bulletin des Sc. natur. Vol. V.* 1825. *p.* 323.

October 28. *Dubossar* in der *Krym.* Ziemlich starke Erdstöfse. Am 1. November wüthete ein heftiger Orcan in der Krym. — *Journ. de Francf.* 1825. *No.* 9.

October 29. *Chambery, Savoyen,* und Umgegend. 8 U. und einige Minuten Abends ein leichter Erdstofs. — *Arch. des découvertes.* 1824. *p.* 215.

Der grofsen Ueberschwemmungen, die in diesem und dem folgenden Monat Statt fanden, wird im Anhange zu diesem Artikel gedacht werden.

October 29. in der Nacht zum 30. *Braunschweig.* Einige Personen wollen während des Sturms von dieser Nacht einen Erdstofs empfunden haben. Die darüber vernommenen Thorwachen aber hatten nichts dergleichen wahrgenommen. — Allg. Zeit. 1824. Beil. 241.

November 3. *Tracht, Bern, Schweiz.* Ein Bergfall, der den Lauf des Trachtbaches hemmt. — *Moniteur.* 1824. *No.* 323.

November 13. in der Nacht zum 14. *Maynz.* Eine Erderschütterung und eine Feuerkugel. — Allgem. Zeitg. 1824. Beil. 225. p. 903.

November 15. 5½ U. Morg. *Odensee, Dänemark.* Einige Personen wollen während eines heftigen Sturmes auch eine Erderschütterung empfunden haben. — Preufs. Staatszeit. 1824. No. 282. p. 1219. *)

*) Da in diesen Tagen sehr heftige Stürme und Windstöfse wütheten, so mag man immer den meistens nur von einzelnen Personen herrührenden Erzählungen von empfundenen Erdstöfsen mifstrauen.

Um nicht blofs bewahrheitete Thatsachen zu berichten, sow-

1824.

November, in den letzten Tagen. *Catanzaro* und *Cosenza, Calabrien.* Einige Erdstöfse, die keinen Schaden thaten. Darauf folgte am erstern dieser beiden Orte das heiterste Wetter, am letztern heftiger Regen. — *Journal de Francfort.* 1824. *No.* 359.

November 30. 3 U. 3′ Ab. *Martinique*, Westind. Ein starker Erdstofs von unterirdischem Getöse begleitet. Dieses schien anfangs sich in der mittleren Region der Atmosphäre fortzupflanzen und nicht aus dem erschütterten Boden zu kommen. Dem Erdbeben ging grofse Hitze voraus, nach demselben fiel die Temperatur; eine hohe Fluth warf zu St. Pierre mehrere Schiffe auf den Strand; es erfolgte ein heftiger Regen, der zehn Tage lang anhielt. — *Revue encyclop.* 1825. *Febr. p.* 542. — Ferussac, *Bull. des Sc. mathém. T. III. p.* 303. und *T. VI. p.* 17.

November. In diesem Monate soll auch wieder ein vulcanischer Ausbruch auf der *Canarischen* Insel *Lanzerote* Statt gefunden haben; nordwestlich von *Puerto de Naos*, und nicht weit vom *Cap de los Ancones.*

dern auch dem Glauben an grundlosen Erfindungen entgegenzuwirken, erwähne ich eines Gerüchtes von einer Erscheinung, die gleichfalls in dem Monat November 1824 sich ereignet haben sollte.

Es wurde nämlich in öffentlichen Blättern erzählt: der *Donnersberg*, südlich von *Maynz*, habe während vierzehn Tagen die Bewohner der Umgegend durch ein in seinem Innern hörbares Getöse erschreckt; darauf seyen Spalten an dem Berge entstanden und Flammen aus demselben hervorgekommen. — *Moniteur.* 1824. *No.* 345. *p.* 1595. — Hernach las man in *Annales de Chimie et de Physique.* 1824. *Dec. p.* 384., und daraus in Férussac *Bulletin des Scienc. natur. Vol. IV.* (1825) *p.* 167. *und* 296., dafs das Factum von dem gehörten Getöse und Detonationen zwar richtig, aber die Nachricht von ausgebrochenen Flammen erdichtet sey. Endlich aber hat sich durch mehrere glaubhafte Nachrichten ergeben, dafs weder das Eine noch das Andere gegründet, sondern das ganze Gerücht aus einer scherzhaften Erfindung entstanden ist.

1824.

— L. v. Buch Beschreib. der Canar. Inseln p. 325. — Da nähere Nachrichten hierüber mangeln, und Hr. v. B. denjenigen Ausbruch nicht besonders anführt, der vom Julius d. J. bis in den Herbst fortwüthete, so ist vielleicht hier nur von einem spätern Acte desselben Ausbruchs die Rede.

Decemer 6. $2\frac{3}{4}$ U. Ab. *Portsmouth, Havant, Aldwick, Bagnor, Emsworth, Chichester* (*England*). Erderschütterung 3 bis 5 Secunden dauernd. Der Boden schien sich ein wenig zu heben, die Fenster klirrten, und hängende Dinge schwankten. Am Morgen war der Himmel voll von elektrischen Wolken; nach dem Stofs erhob sich ein SW.-Wind. Seit 1812, da man dort zu gleicher Zeit, als Caraccas zerstört wurde, eine stärkere Erschütterung als die gegenwärtige empfand, hatte man in der bezeichneten Gegend nichts dergleichen gespürt. — *Philos. Magaz.* 1825. *Jan. p.* 70 — Férussac, *Bull. des Sc. natur. T. VI. p.* 186.

December 10. *Corigniano* und *Langobucco*, unweit *Rossano* in *Calabria Citra*, mehrere Erdstöfse, von denen die genannten beiden Orte sehr gelitten haben; es stürzten dabei Häuser ein, und drei Menschen kamen um. — *Journ. de Francfort.* 1824. *No.* 364. — Preufs. Staatszeit. 1825. No. 3. p. 20.

December 17. $6\frac{1}{2}$ U. Ab. *Neuhaus, Böhmen.* Herabfallen einer harzigen Masse aus der Luft mit einem Feuermeteor. — Chladni in Poggend. Ann. Bd. 6. p. 31.

December 22. bis 23. in der Nacht. *Hamburg.* Während eines heftigen Sturmes will man Erdstöfse empfunden haben. — *Journ. de Francf.* 1825. *No.* 2.

— — in derselben Nacht. *Alfter*, Dorf, eine Stunde von *Bonn* am *Rhein.* Zweimalige starke Erderschütterung, von der die Betten geschwankt haben sollen. — Gothaische Zeitung. 1825. No. 4.

1824.
December 30. *Schiraz, Persien.* Erdstöfse. — *Journ. de Francfort.* 1825. *No.* 50.

*Nachtrag von den Ueberschwemmungen und Sturmfluthen in den letzten Monaten des Jahres* 1824.

Schon im Junius hatten durch starke Gewitterregen in mehreren Gegenden grofse Ueberschwemmungen statt gefunden. Am 25. durch die Moldau in Böhmen, die Eger, die Elbe (die namentlich bei Dresden grofse Zerstörung anrichtete) u. s. w. Auch in einigen andern Gegenden Deutschlands fielen heftige Gewitterregen, und hie und da Wolkenbrüche. Am 13. Junius fiel in Thüringen Schnee, der auf den höheren Bergen des Thüringer Waldes über 24 Stunden liegen blieb. In diesem Monate indessen sind dergleichen Erscheinungen nicht ungewöhnlich.

Auffallender und merkwürdiger aber waren die meteorischen Erscheinungen am Schlusse des Jahres. Diese scheinen sich der Zeit und der Localität nach in drei Hauptabschnitte zu theilen: 1) die Ueberschwemmungen an dem nördlichen und westlichen Abhange der Alpen vom 26. October und folgenden Tagen. 2) Die Orcane und Sturmfluthen vom 18. November und folgenden Tagen. 3) Die Orcane und Sturmfluthen vom 20. December und folgenden Tagen.

1.

Am 26. October verbreitete sich ein Zug von schweren Gewittern mit stürmischen Westwinden aus dem südlichen Frankreich über und längs der Alpenkette durch das südliche und mittlere Deutschland. Bis in das nördliche Deutschland kamen die Gewitter nicht; aber in Thüringen hatten wir an dem Abend desselben Tages starken Weststurm, und vom 25. bis 26. fiel in Gotha das Ba-

Barometer ungefähr 5 Lin. unter seinen mittlern Stand. Die Elektricität der Luft scheint in den Gegenden, durch welche diese Gewitter zogen, von äufserst starker Spannung gewesen zu seyn. (Schübler in Poggendorff's Annalen. Bd. 3. p. 148.)

Auf diese Gewitter, die selbst hie und da von starken Platzregen begleitet waren, folgten drei Tage lang die heftigsten Regengüsse, merkwürdig dadurch, dafs sie so stark wie Gewitterregen, und wie Landregen verbreitet waren. Der Bereich derselben war die Kette der Alpen von Frankreich bis Tyrol, der Jura, der südliche Theil der Voghesen und der Schwarzwald. So wie in den niedrigeren Gegenden der Regen in ungewöhnlicher Menge fiel, so erfolgte auf den hohen Alpen ein ungewöhnlich starker Schneefall, und der gefallene Schnee schmolz sehr schnell.

Dadurch entstand ein ungewöhnliches und unbeschreiblich schnelles Anschwellen aller Flüsse und Bäche, die in den genannten Gegenden entspringen. Es betraf die *Saone*, die *Isère*, die *Loire*, die *Maas*, die *Mosel*, und alle Bäche und Flüsse, die aus dem südlichen Theile der Voghesen, aus dem Schwarzwalde und den Alpen jenen Flüssen, dem *Rhein* und der *Donau*, zufallen. Am stärksten aber war dasselbe bei den vom Schwarzwalde kommenden Flüssen; daher der *Neckar* dadurch einen ungeheuern Zufluſs von Wasser erhielt. Die Gegenden im Gebiete dieses Flusses litten in den Tagen vom 29. October bis 1 November die fürchterlichsten Verwüstungen und unsägliches Unglück. Der *Bodensee* trat aus seinen Ufern, die *Iller*, der *Lech*, die *Isar*, der *Inn*, die *Donau* richteten auch viele Zerstörung an. Sogar wurden dadurch einige Bergschlipfe verursacht, z. B. bei *Wild*, unweit *Sargans* in *St. Gallen*, bei *Krinau* in *Toggenburg*, an der *Achalm* bei *Reutlingen*, bei dem Dorfe *Horgen*, unweit *Zürich*.

An einigen Orten will man, kurz vor und während

dieser Erscheinungen, Erderschütterungen gespürt haben, wie am 22. und 25. October bei *Hofstädt* im würtenbergischen Theile des Schwarzwaldes, am 28. im *Wildbad* zwischen *Calw* und *Vaihingen*, an demselben Tage an mehreren Orten in der Schweiz und im südlichen Frankreich, — ja nach einer Nachricht sogar in Leipzig *), am 30. Morgens $\frac{3}{4}$ Uhr nach Mitternacht bei *Niederweiler* und *Mühlheim* im Breisgau am Fuſse des *Blauen* — wo in 10 bis 15 Secunden drei Erdstöſse auf einander gefolgt seyn sollen, dann eine Viertelstunde später (oder vielleicht zugleich, bei so unsicherer Zeitbestimmung) bei *Gutach* in Baden, und zu *Hornberg* und *Schramberg* **).

Die Erscheinungen dieser letztern Art, das ganz Ueberraschende einer so groſsen, für die Jahreszeit ungewöhnlichen und weit verbreiteten Ueberschwemmung hat Mehreren Anlaſs zu der Vermuthung gegeben, daſs dieselbe nicht bloſs durch atmosphärisches Wasser, sondern durch ein Emportreiben des Flüssigen aus der Erde vermittelst von innen wirkender Kräfte verursacht worden seyn möge.

Hie und da will man wirklich das Wasser aus der Erde hervordringen, ja gleich Springbrunnen aus derselben hervorspritzen gesehen ***) haben. Indessen scheinen nicht alle Nachrichten dieser Art auf sehr zuverlässigen Wahrnehmungen zu beruhen, oder es scheinen wenigstens manche vielleicht richtige Wahrnehmungen nicht

*) „Die groſsen Stürme und Ueberschwemmungen in Deutschland, England, Frankreich, Rufsland und anderen Ländern Europa's im J. 1824. Eine Erzählung der wichtigsten Thatsachen u. s. w. Leipzig, 1825. 8. p. 14." — Dieses Werkchen ist eine nicht sehr geordnete und eben so wenig kritische Compilation von Nachrichten, die zwar viele Erzählungen von Zerstörung und Unglücksfällen, aber wenig Belehrendes über physische Verhältnisse enthält.

**) In derselben kleinen Schrift, p. 14. 15. und 35.

***) Ebendaselbst, p. 13. 14. und 19.

ganz richtig gedeutet worden zu seyn. Man würde zwar, wie mir scheint, Unrecht thun, wenn man die Möglichkeit, dafs Wasser aus dem Innern der Erde hervorgetrieben werden könnte, bei diesen Ereignissen ganz in Abrede stellen wollte, da bei Erdbeben diese Erscheinung allerdings vorgekommen ist, auch die in diesem Jahre so aufserordentlich häufigen und zum Theil sehr heftigen Erderschütterungen in vielen Gegenden der Erdkugel auf aufserordentliche Bewegungen im Innern derselben deuten. Ich kann daher hierin nicht unbedingt der Meinung beitreten, die Hr. Pr. Muncke — ohne nähere Rücksicht auf mehrere der wahrgenommenen einzelnen Erscheinungen zu nehmen — in dieser Hinsicht auf Voraussetzungen gegründet hat, welche wenigstens nicht die einzigen zu seyn scheinen, unter denen Wasser dem Innern der Erde hervorgetrieben werden kann *). Aber Hr. Pr. Schübler hat in einem sehr lesenswerthen Aufsatze **) wenigstens die Möglichkeit dargethan, dafs die Ueberschwemmungen in den October- und November-Tagen des Jahres 1824 auch ohne das Hervorbrechen unterirdischer Gewässer anzunehmen, blofs aus der Wirkung des atmosphärischen Wassers erklärt werden können.

Was aber auch mit dafür spricht, ist, dafs in den Tagen dieser grofsen Ueberschwemmungen am Fufse des Schwarzwaldes u. s. w., doch auch in entfernteren Gegenden, nach denen der Gewitterzug ging, Ueberschwemmungen statt fanden, wenn sie gleich nicht so grofs und furchtbar waren wie jene. Dieſs geschah z. B. bei mehreren dem *Mayn* zufallenden Flüssen, bei der *Fulda*, der *Saar*, der *Blies*, der *Orne*, der *Ourthe*, *Meurthe*, *Vezonze* u. s. w.

Einzelne ausführliche Nachrichten über diese Vorfälle s. Allgemeine Zeitung. 1824. No. 225. 349. 1825.

*) Poggendorff's Annalen. Bd. 3. p. 129.
**) Ebendaselbst, p. 145.

Beilage 67. — Preufsische Staatszeitung. 1824. No. 265. 269. 271. 279. 282. 283. 301. — *Moniteur*. 1824. No. 323. 324. 345 346.

2.

Die Stürme im *Canal* und im *Deutschen Meere*, welche ungewöhnlich hohe Fluthen hervorbrachten, fingen schon ungefähr um dieselbe Zeit an, in welche die zuletzt erwähnten Ueberschwemmungen fielen. Man kann vielleicht schon die oben angeführte Meeresbewegung vom 13. September als einen von derselben Disposition der Atmosphäre und der Erde herrührenden Vorboten der folgenden Erscheinungen betrachten. Vom 3. bis 5. November wütheten Stürme von den Küsten der *Niederlande* bis in's *Cattegat*. Am 3. November trieb eine hohe Fluth die *Elbe* zurück und setzte die Insel *Neuwerk* ganz unter Wasser; bis nach *Schweden* wüthete der Sturm. Am 5. Abends wurde das Wasser im *Lymfiord* in *Jütland*, das am Morgen desselben Tages seinen niedrigsten Stand gehabt hatte, auf den höchsten getrieben. In *Thüringen* hatten wir in der Nacht vom 2. zum 3. einen fürchterlichen, und am 4. gegen 7 Uhr Morgens einen sehr heftigen Weststurm.

Gegen die Mitte des Monats erneuerte sich diese Erscheinung mit gröfserer Stärke. Auch damals hatten wir in *Thüringen*, besonders am 10. Abends, in der Nacht vom 12. zum 13., und am 14. den ganzen Tag die heftigsten Südweststürme; wobei das Barometer indessen kaum 5 Linien unter seinem mittlern Stande war, dagegen es in *Stockholm* am 13. den niedrigsten Stand hatte, von welchem dort Nachrichten vorhanden sind. In und um *Herzogenbusch* hatte man am 15. einen sehr hohen Wasserstand. Die Binnenländer von *Orthem*, *Empel*, *Alem*, *Maren*, *Kessel* u. s. w. wurden so schnell unter Wasser gesetzt, dafs die Bewohner nichts zu bergen vermochten. Das *Y* bei *Amsterdam* war so ange-

schwollen, dafs die Keller und niedrigen Theile der Stadt unter Wasser standen. Am *Helder* war das Meer in der Nacht vom 14. zum 15. so hoch angeschwollen, als seit Menschengedenken nicht geschehen war. Am 13., 14. und 15. erfolgten an der *Elbemündung* (wo die Fluth 19 Fufs 3 Zoll stieg) und an den Westküsten von *Holstein* und *Schleswig* sehr hohe Fluthen und Ueberschwemmungen.

Am 18. und 19. aber — da wir in *Thüringen* nur frischen, doch mäfsigen Wind und beinahe mittlern Barometerstand hatten — wütheten im *Canal*, im *Deutschen* und *Baltischen Meere* die furchtbarsten Stürme.

Der Orcan, der sich am 18. erhob, ist eine der gewaltigsten und merkwürdigsten Erscheinungen dieser Art, in Stärke, Geschwindigkeit und Wirkung. Seine Wirkungen erstreckten sich vom Westende des *Canals* bis in das Ostende des *Finnischen Busens*. Er scheint ungefähr folgende Richtung genommen zu haben. Durch den *Canal* und zwischen den Küsten von *England* und *Holland* hindurchstreichend, wühlte er das *Deutsche Meer* auf, verursachte zahlreiche Schiffbrüche an der Nordküste von *Jütland*, zog über *Gothenburg* und *Stockholm* mit immer zunehmender Gewalt, warf in *Schweden* ganze Wälder nieder, und blies mit gröfster Heftigkeit über das *Baltische Meer* in den *Finnischen Busen* hinein. Die Linie, die er auf diese Weise beschrieb, scheint eine zweimal gekrümmte gewesen zu seyn, und wurde vermuthlich durch die Lage und Richtung der Küsten und Bergzüge bestimmt. Ihre Länge beträgt 370 bis 400 Stunden.

In wie viel Zeit der Sturm diesen grofsen Raum durchlaufen hat, ist schwer auszumitteln, besonders da er mehrere Stunden anhielt, anfangs zunehmend und hernach abnehmend. Es ist behauptet worden, dafs er den ganzen Raum in wenigen Minuten durchlaufen habe; doch dieſs ist gewifs übertrieben. In *Plymouth* tobte er am 18. gegen die Mitte des Tages, zerstörte viele Schiffe

und beschädigte stark den neuen riesenhaften Hafendamm, *Breakwater* genannt. An demselben Tage stieg bei *Nymwegen* die *Waal* bis auf 21 Fufs 9 Zoll, und die *Maas* bei *Grave* 18 Fufs 1½ Zoll. Abends 7 Uhr erreichte er in seiner gröfsten Kraft *Christiania*, zwischen 10 und 11 Uhr Abends *Stockholm* (wo man vor 10 Uhr nur einen gewöhnlichen starken Wind gehabt hatte; und bei *St. Petersburg* kam das Wasser erst am 19. Morgens 7½ Uhr zum Steigen.

Hier stieg die Fluth des durch den Orcan in den Finnischen Meerbusen zusammengetriebenen Meerwassers und des zurückgedrängten Wassers der Newa von dieser Stunde an bis 2 Uhr Nachmittags mit unglaublicher Kraft und Schnelle, und richtete dort die beklagenswerthen Zerstörungen an, die allgemein bekannt sind. Die Fluth stieg in der *Newa* zu *St. Petersburg* in folgenden Abstufungen über den gewöhnlichen Stand.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 19. November | 7½ | Uhr Morg. | = 3′ | 7″ |
| | 8 | - - | = 4 | 1 |
| | 9 | - - | = 5 | 4 |
| | 10 | - - | = 6 | 6 |
| | 11 | - - | = 8 | 7 |
| | 12 | - - | =10 | 0 |
| | 1 | - Ab. | =10 | 6 |
| | 2 | - - | =11 | 10½ |
| Von diesem Zeitpunkte an fiel das Wasser und stand . . . . . | 11 | - - | = 3 | 0 |

Noch am 23. und 24. erneuerten sich die Stürme und Fluthen im Canal, und thaten an den Brittischen Küsten von *Devonshire* und an den Französischen um *Havre de Grace* vielen Schaden.

Auch diese Stürme und Fluthen hat man hie und da auf Rechnung von sogenannten Zuckungen der Natur, Erdbeben u. s. w. schreiben wollen; von Bewegungen dieser Art ist indessen damals (aufser dem Erdbeben auf

*Luçon*, 26. Oct.) nichts so Auffallendes wahrgenommen worden, dafs es sich mit einiger Wahrscheinlichkeit auf diese Begebenheiten beziehen liefse. Wenigstens ist bei uns nichts davon bekannt geworden. Wenn man daher die Meinung behaupten wollte, dafs die Orcane und Fluthen durchaus mit solchen Bewegungen in Verbindung gestanden haben müfsten, so würde man sich mit der vagen Vermuthung zu begnügen haben, dafs diese sich in Gegenden ereignet hätten, von denen keine Nachrichten zu uns gelangen. Aber, kann nicht allerdings eine Beziehung, oder wohl gar eine Analogie zwischen der Erscheinung aufserordentlicher Bewegungen in der Atmosphäre und der aufserordentlicher Bewegungen im Körper der Erde in der Art statt finden, dafs die eine Erscheinung die andere vertritt oder vorstellt? und dafs gerade damals in dem Theile der Erde, in welchem die Orcane wütheten, eine andere Zuckung der Natur (wie man sagt) nicht statt gefunden hat, eben weil die erste Erscheinung eintrat? Immer liegt die Vermuthung nicht ganz fern, dafs besondere, vielleicht im Erdkörper selbst, und wo nicht allein, doch zugleich in seinen cosmischen Verhältnissen, gegründete Umstände die heftigen Bewegungen verursacht haben. Zu dieser Vermuthung wird man auch durch die, während auf einander folgenden fünf Monate, v. Sept. 1824 bis Ende Jan. 1825, statt gefundene fast periodische Wiederkehr dieser Erscheinungen geleitet. Wenigstens ist diese nicht durch die gewöhnliche periodische Wiederkehr der Meeresfluth allein zu erklären. Während des gesammten Zeitraums sollten die höchsten Fluthen der Syzygien im Canal, dem Deutschen Meere u. s. w. fallen: auf 9. September gegen Mitternacht, 23. October gegen 8 U. Ab., 22. November gegen 8 U. Morg., 21. Dec. gegen 11 U. Abends. Die Stürme und Sturmfluthen aber, an dem zuletztgenannten Tage allenfalls ausgenommen, trafen nicht mit diesen Zeitpunkten zusammen.

Ausführliches über diese Ereignisse siehe in Allgem. Zeitung. 1824. No. 351. 354. 357. 358. 364. — Preufs. Staatszeit. 1824. No. 269. 271. 275. 276. 281. 282. 284. 289. 291. 295. — *Moniteur*. 1824. *No.* 331. 342. 346. 351.

3.

In der Mitte des Decembers erneuerten sich die Stürme im *Deutschen* und *Baltischen Meere*, und in den diese Meere umgebenden Ländern.

Schon am 13., 14. und 15. erhoben sich heftige Sturmwinde bei *Königsberg* und am *frischen Haff*, von Gewittern begleitet, und trieben das Wasser des *Pregels* über die Ufer.

Weit heftiger aber wurden dieselben vom 20. December an. Am Abende dieses Tages wurden z. B. *Karlscrona* und *Nyborg* davon heimgesucht. Um Mitternacht verursachte ein mächtiger Südweststurm bei *Königsberg* in Preufsen wieder ein sehr starkes Austreten des Flusses.

Am 22. und 23. tobte der Südweststurm durch *Nord-Deutschland* in der Breite von *Hamburg* bis zum *Thüringerwalde*. In *Gotha* war derselbe in den ersten Morgenstunden vom 23. wahrhaft fürchterlich. Er drückte im Schlosse *Friedenstein* mehrere Fenster ein, rifs einen Theil des Geländers an den nach diesem Schlosse von der Stadt führenden Auffahrten nieder, zerbrach an verschlossenen Thoren starke Balken, und verursachte grofse Windbrüche im Thüringerwalde. Das Barometer war dabei 1 ½ Uhr Morgens mehr als zehn Linien unter den mittlern Stand gefallen.

Bemerkenswerth ist, dafs dieser Sturm in Nordosten, wohin er wehete, früher gewesen zu seyn scheint, als in Südwesten, woher er kam; da es am 21. in *Königsberg* war, und erst in der Nacht vom 22. zum 23. in *Hamburg* und *Gotha*.

Das Gleichgewicht der Atmosphäre blieb aber noch länger gestört, da am 24. wieder ein heftiger Sturm in *Stockholm*, am 27. ein Sturm mit hoher Fluth bei *Emden*, und am 28. ein Orcan bei *Gothenburg* tobte.

S. Allgem. Zeit. 1824. No. 365. 368. — Preufs. Staatszeitung. 1824. No. 305. u. 308; 1825. No. 2. 3. 13. — Sommer in Kastner's Archiv. Bd. 5. p. 375.

## IV. *Ueber einen merkwürdigen Wetterschlag auf den Leuchtthurm zu Genua; vom Prof. T. Kries in Gotha.*

Im Januar-Stück von 1827 der in Mailand herauskommenden *Biblioteca italiana* ertheilte der Professor Ferdinando Elice in Genua von einem merkwürdigen Wetterschlage, der den mit einem Blitzableiter versehenen Leuchthurm in Genua, am 4. Januar 1827 um 6½ Uhr des Morgens, getroffen hatte, in einem Briefe Nachricht.

Der Thurm steht auf einem kleinen isolirten Hügel, der sich auf 48 Meter aus dem Meere erhebt, ist viereckig, an der Basis auf jeder Seite 9 Meter breit, und hat eine Höhe von 76,6 Meter. Die Leuchte auf der Spitze, die 4 Meter im Durchmesser hält und von oben mit Blei gedeckt ist, endigt sich in ein eisernes Kreuz, das aufser der mittlern Spitze auf dem Queerstabe noch zwei Spitzen trägt, alle drei vergoldet und von gleicher Höhe. Von dem Kreuze geht ein aus drei Kupferdrähten, jeder $4^{mm}$ dick, bestehendes Geflechte herab, welches den eigentlichen Ableiter bildet, und daher oben mit der übrigen metallenen Bekleidung in Verbindung gesetzt, längs dem Thurme aber in einem Abstand von beinahe 2 Decim. von der Mauer herabgeführt ist, und sich mit einem Gewicht von 2 Kilogr. in einer Cisterne endigt, die $4^{m}$ lang, $2^{m}$ breit und $4^{m}$ tief ist, und auf $2^{m}$ tief mit Wasser gefüllt ist. Der Ableiter ist vor etwa 50 Jahren vom Mechaniker Rossi angelegt worden, und war durch die Länge der Zeit ganz oxydirt, die Spitzen aber sind seit der Zeit wohl 20 Mal erneuert worden, weil sie vom Blitz etwas geschmolzen waren; die mittlere aber immer mehr, als die andern.

Als der Blitz an dem gedachten Tage in den Thurm eingeschlagen hatte, untersuchten die Wächter, die sich

in demselben befanden, sogleich den Ableiter, und bemerkten folgendes:

1) Das Kreuz auf der Spitze war weg, bis auf die verticale Stange desselben, die, an ihrem Ende *abgebrochen*, nicht geschmolzen war.

2) Der Ableiter war etwa 14$^{m}$ von dem untern Ende entzwei, ein Stück ungefähr 9$^{m}$ lang herausgerissen, und dieses wieder in 6 Stücke zertheilt, von denen fünfe nahe an der Mauer des Thurmes lagen, das sechste aber, einen halben Meter lang, sich in einer Entfernung von 12 Meter, nicht weit von einer Mauer fand, in welcher ein Loch von 15$^{mm}$ war, das nach der Meinung der Leute von dem Blitze herrührte.

3) Die Enden aller dieser 6 Stücke waren mehr oder weniger geschmolzen, und eben so die beiden Enden des Ableiters selbst, zwischen welchen diese gesessen hatten. Diefs sind also zusammen 14 Enden, und da jedes derselben aus 3 Drähten besteht, so hat man zusammen 42 Spitzen, die alle geschmolzen waren.

4) Weder der obere noch der untere Theil des Ableiters war weiter im geringsten beschädigt; beide Theile aber waren *desoxydirt*, mit Ausnahme desjenigen Stücks, welches über die Leuchte auf der Spitze weggeht und mit den oben erwähnten Metallen in Verbindung steht.

5) Endlich war die Querstange des Kreuzes mit den darauf befindlichen beiden Spitzen auf mehr als 30$^{m}$ weit von dem Thurme weggeschleudert, ohne ein Zeichen von Schmelzung an sich zu tragen; die mittlere Spitze mufste noch weiter geflogen seyn, und hatte sich bei dem Abgange des Briefes noch nicht gefunden.

Der Thurm selbst hatte nicht den geringsten Schaden gelitten, und nur in der Cisterne waren die beiden Thürchen aufgebrochen und die Thürangeln losgerissen. Die 12 Menschen, welche zur Zeit des Einschlagens in dem Thurme waren, hatten einen flammenden Schein ge-

sehen, und nur einen einzigen Donnerschlag, wie der Knall einer Kanone, gehört.

Weder an der Querstange des Kreuzes, noch an dem übrigen Eisen, war irgend eine Spur von *Magnetismus* wahrzunehmen, nur eine einzige Klammer fand sich, welche etwas Eisenfeile anzog.

Der Verfasser dieser Nachricht glaubt, dafs, wenn der Ableiter nur *eine* Spitze und eine längere Querstange gehabt hätte, und wenn die Cisterne geräumiger gewesen wäre, die Elektricität der Wolke in gröfserer Entfernung angezogen und allmälig abgeleitet worden wäre. Noch besser scheint es ihm, wenn der Thurm in der Gegend, wo der Ableiter zerrissen war, an den vier Ecken mit vier horizontalen, etwa $2^m$ langen, Spitzen versehen gewesen wäre, die mit dem Ableiter in Verbindung gestanden hätten; weil es ihm wahrscheinlich ist, dafs der Blitz den Ableiter nicht oben in der Spitze, sondern von der Seite an der zerrissenen Stelle getroffen habe; die horizontalen Spitzen würden daher die Heftigkeit des Anfalls vermindert haben.

Ich gestehe, dafs ich diesen Ansichten des Verfassers nicht beitreten kann. Zwar glaube ich auch, dafs eine einzige Spitze oben an dem Ableiter *hinreichend* gewesen wäre, weil drei Spitzen, die nur *eine* gemeinschaftliche Ableitung haben, nicht mehr wirken können, als eine einzige. Ja es ist die Frage, ob sie nicht eher störend auf einander wirken, und dadurch die Wirkung der einzelnen geschwächt wird. Denn wenn durch die Elektricität der Gewitterwolke in dem Ableiter die entgegengesetzte Elektricität hervorgerufen wird, und wir uns diese als eine elektrische Materie denken, die in dem Ableiter heraufgezogen wird, so wird diese durch die Vertheilung unter drei Spitzen mehr geschwächt, und kann auf die entgegengesetzte Elektricität weniger wirken, als wenn sie auf eine einzige Spitze concentrirt wird. Ueberdiefs wirken die drei gleichartig elektrisirten Spitzen *ab-*

*stofsend* auf einander, und schwächen dadurch ihre elektrische Wirksamkeit. Auf alle Fälle hängt die Wirksamkeit eines Ableiters, *caeteris paribus*, von seiner ganzen Capacität ab, und diese kann durch den Ansatz von ein Paar Spitzen nicht sehr gewinnen. Ob aber in dem vorliegenden Falle der Ableiter bei einer einzigen Spitze, und wenn sie auch länger gewesen wäre, die Kraft erlangt hätte, wie der Verfasser meint, die Elektricität allmälig aus den Wolken abzuleiten, ist eine andere Frage, worüber ich aus den weiter unten angeführten Gründen ihm nicht beistimmen kann.

Eben so wenig scheint mir eine längere Querstange an dem Kreuz geeignet, die Kraft des Ableiters zu verstärken, denn was sind ein Paar Fufs mehr oder weniger gegen die Entfernung, aus welcher der Blitz herabkommt? und findet der Blitz den Weg zu der längern Stange, so wird er auch die kürzere erreichen. Die Querstange überhaupt halte ich zur Ableitung für überflüssig. Man hat sonst die Seitenspitzen an einem Ableiter für nöthig erachtet, um die von der Seite herkommenden Strahlen aufzufangen. Aber man rechnete dabei auf die Kraft der Spitzen zu viel, und vielleicht auf die Heftigkeit des explodirenden Blitzes zu wenig. Es ist genug, dafs man ihm durch den Ableiter überhaupt einen Weg bahnt, auf welchem er zur Erde gelangen kann; ihm durch die Spitze auch das Pünktchen bezeichnen zu wollen, an welchem er den Weg treffen soll, heifst die Vorsicht zu weit getrieben.

Was der Verfasser endlich durch eine Erweiterung der Cisterne für die Kraft des Ableiters zu gewinnen glaubt, ist mir am wenigsten verständlich. Reicht der Ableiter bis auf den Erdboden, so kann die eine Art der Elektricität durch ihn in die Erde abfliefsen, und die entgegengesetzte aus derselben herbeiströmen, in so grofser Menge, als nur immer durch den Einflufs des Gewitters auf den Ableiter möglich ist. Die Cisterne giebt

nicht die letztere her, so wenig als sie durch die erstere angefüllt wird, sondern der mit ihr in Verbindung stehende Erdboden. Bei einer geräumigern Cisterne würde man nur den Vortheil haben, dafs nicht so leicht eine Aufsprengung der in ihr befindlichen Thüren statt finden könnte, die unstreitig durch den Stofs des Wassers und der Luft, die bei dem Durchfahren des Wetterstrahls plötzlich nach allen Seiten zurückgetrieben und ausgedehnt wurden, bewirkt worden ist. Der Ableiter selbst aber kann dadurch nicht die Kraft erlangen in gröfserer Entfernung auf die Gewitterwolke zu wirken.

Ueberhaupt ist es mir eben so unwahrscheinlich, dafs die Kraft eines Ableiters sich bis zu der Gewitterwolke erstrecke, und ihr nach und nach die Elektricität entziehe, als dafs der Blitz die Entladung einer allmählig in der Wolke angehäuften Elektricität sey. Man mufs die metallene Spitze dem Conductur einer Elektrisirmaschine schon ziemlich nahe bringen, wenn eine bedeutede Wirkung erfolgen soll; wie weit ist dagegen die Spitze des Ableiters noch von der Wolke entfernt! Die gröfsere Kraft der Gewitterwolke mag zwar in weiterer Entfernung auf den Ableiter wirken, als der Conductor auf die Spitze, aber der Ableiter kann ihr nach Verhältnifs nicht mehr entziehen, als diese dem Conductor. Ferner ist die Wirkung des Ableiters, wenn sie sich auch bis zur Wolke erstreckt, zunächst nur auf einen einzigen Punkt derselben gerichtet, und kann daher nur sehr gering seyn. Denn die Wolke ist keineswegs ein so leitender Körper, wie der Conductor einer Elektrisirmaschine; sie läfst daher ihre Elektricität nicht so leicht fahren, und wenn sie auch an einer Stelle einigen Verlust erleidet, bleibt ihr elektrischer Zustand im übrigen ungeändert. Ist aber der Blitz nicht die Folge einer allmähligen Anhäufung der Elektricität in der Wolke, sondern wird er, wie de Lüc und Andere mit guten Gründen behauptet haben, durch irgend einen chemischen Prozefs plötzlich erzeugt, so kann

der Ableiter um so weniger ihn allmählig zur Erde führen, und seiner Entstehung gleichsam vorbeugen.

Ich stelle mir vor, dafs die Spitze eines Ableiters der sie umgebenden Luft beständig einen Theil ihrer freien Elektricität entzieht und zur Erde ableitet. Gewöhnlicherweise ist nur die Elektricität so schwach, dafs keine Zeichen derselben am Ableiter wahrzunehmen sind. Ist aber die Luftelektricität beträchtlich, so kann man an einem gehörig angebrachten Elektrometer die Kugeln aus einander fahren, und an einem künstlich unterbrochenen Ableiter sogar Funken von einem Theil zum andern überspringen sehen, ohne dafs ein Gewitter am Himmel ist *). Diefs geschieht also auch bei einem vorhandenen Gewitter; und dadurch entsteht um die Spitze des Ableiters herum in der Luft der entgegengesetzt elektrische Zustand von dem der übrigen Luft und der Gewitterwolke; und dieser elektrische Wirkungskreis des Ableiters ist nach Verschiedenheit der Umstände — der Stärke der Luftelektricität, der Leitungsfähigkeit der Luft — gröfser oder kleiner, und trägt daher mit dazu bei, einen in

*) Auf dem einen Thurm des hiesigen Herzogl. Schlosses ist der Blitzableiter, der aus starken eisernen Stäben besteht, durch das Fenster in ein Zimmer hineingeführt, und endigt sich hier in horizontaler Richtung in eine messingene Kugel. In einem kleinen Abstande von dieser ist er weiter fort und zu demselben Fenster hinaus nach der Erde geleitet, das obere Ende aber ist mit einem verschiebbaren Messingstück, das sich gleichfalls in eine Kugel endigt, versehen, wodurch man es in seiner Gewalt hat, die beiden Kugeln einander so nahe zu bringen, als man will, oder auch auf etwa einen halben Fufs weit von einander zu entfernen. Hier hat man oft Gelegenheit, bei starker Luftelektricität, ohne Gewitter, z. B. während eines Graupeln-Wetters, die Funken mit grofser Lebhaftigkeit überspringen zu sehen. Ist ein Gewitter in der Nähe, so sind die überspringenden Funken, so oft es blitzt, auffallend stärker, als vorher und nachher — aus demselben Grunde, aus welchem bei der Entdeckung von Galvani die Froschpräparate zuckten, so oft ein Funken aus der Elektrisirmaschine gezogen wurde, und das anatomische Messer gegen den Frosch gekehrt war.

der Nähe ausbrechenden Blitzstrahl auf den Ableiter zu führen.

Der Vorschlag des Verfassers, den Thurm in der Mitte an seinen vier Ecken mit horizontalen Spitzen zu versehen, scheint mir von keiner praktischen Brauchbarkeit. Denn da man nicht vorher wissen kann, an welcher Stelle ein seitwärts auffallender Blitz den Ableiter treffen möchte, so läfst sich auch nicht bestimmen, wo die Spitzen am besten anzubringen wären; man müfste es also in verschiedenen Höhen thun, und dadurch würde der Ableiter nicht nur kostbarer, sondern auch zusammengesetzter werden, und ein seltsames Ansehen erhalten. Ja es wäre die Frage, ob durch solche Spitzen, die doch ziemlich tief in der Mauer befestigt seyn müfsten, nicht ein Strahl oder ein Theil desselben in die Mauer selbst hineingeleitet werden könnte.

Ich kann aber auch nicht der Meinung des Verfassers seyn, dafs der Blitz den Ableiter an der Seite getroffen habe. Zwei Umstände scheinen mir offenbar dagegen zu sprechen: 1) dafs das Kreuz an der Spitze des Ableiters abgebrochen, und die mittlere Spitze desselben so weit weggeschleudert war, dafs man sie nicht wieder aufgefunden hat; 2) dafs der obere Theil des Ableiters so gut als der untere nach dem Wetterschlage *desoxydirt* war. Das Letztere ist doch wohl eine unmittelbare Wirkung des Blitzes? und wodurch konnte das Erstere anvers als durch den Blitz selbst bewirkt worden seyn? Die bloſse Erschütterung durch einen Seitenschlag, noch obendrein in so beträchtlicher Entfernung von der Spitze, würde dazu nicht hinreichen; auch würde dann das ganze Kreuz wohl gerade heruntergefallen, nicht auf 30 Meter weit fortgeschleudert, und die mittlere Spitze nicht von den übrigen getrennt worden seyn. Einem Windstofs, den der Blitz verursacht hätte, bietet ein solches Kreuz so wenig Fläche dar, dafs es eben so unwahrscheinlich ist, dafs es dadurch abgebrochen seyn sollte. Dagegen

ist es gar nichts seltenes, dafs der Blitz bei seinem Anfall den obern Theil eines Gegenstandes abbricht und herabwirft. In „Reimarus *neuern Bemerk. vom Blitze*“ kommen mehrere Beispiele vor, wo die Auffangestange eines Ableiters vom Blitze gebogen, oder auch wirklich abgebrochen wurde. Aber der Verfasser hat vielleicht einen Grund für seine Meinung darin gefunden, dafs an der abgebrochenen Stange keine Schmelzung sichtbar war, während da, wo der Ableiter zerrissen war, alle 42 Enden angeschmolzen waren. Diefs könnte allerdings befremden, da, nach van Marum's Versuchen, Eisen durch Elektricität leichter geschmolzen wird, als Kupfer. Allein die Dicke des Metalls macht hiebei einen grofsen Unterschied, und man kann sich denken, dafs die eiserne Stange viel dicker war, als die kupfernen Drähte. Auch Reimarus führt einen Fall an (§. 45.), wo drei eiserne Auffangspitzen durch den Blitz abgeschnellt wurden, und wo das zerschmetterte Eisen fast wie eine Bürste herabgehangen hatte; also nicht geschmolzen war.

Die Zerreifsung des Ableiters in so grofser Entfernung von der Spitze ist wohl nur ein Beweis, dafs der Blitz bei seinem Herunterfahren an demselben hier einen Widerstand fand, wodurch eine Platzung bewirkt wurde, dergleichen ja so oft entsteht, wenn durch den Rost oder eine schlechte Verbindung zweier Metallstücke die Leitung unterbrochen wird. Hier konnte bei einem geflochtenen Ableiter, der überdiefs, wie ausdrücklich bemerkt wird, schon ganz oxydirt war, leicht durch dazwischen getretenes Wasser oder andere Unreinigkeiten eine Stokkung entstehen. Vielleicht war selbst durch den Rost das Kupfer an dieser Stelle mürber, als an den übrigen. Es bedurfte also nicht erst des gewaltsamen Stofses beim Auffallen des Blitzes, sondern die blofse Platzung beim Durchgange desselben war, bei einem so heftigen Wetterstrahl, als dieser gewesen seyn mufste, stark genug, um eine Zerreifsung zu bewirken. Eben dieses Beispiel

aber

aber möchte ein Beweis seyn, dafs solide Ableiter den geflochtenen vorzuziehen sind. Auf der andern Seite lehrt es, dafs ein guter Ableiter, selbst bei einer so argen Verletzung, doch noch einen Blitz glücklich abzuleiten und ein Gebäude zu schützen vermag.

Merkwürdig ist die Wirkung des Blitzes auf den Ableiter, ihn zu *desoxydiren*. Sonst ist die Wirkung der Elektricität auf Metalle eher die entgegengesetzte: sie werden durch starke Schläge oxydirt. Doch hat auch van Marum Metalloxyde durch Entladung einer starken Batterie zum Theil wieder hergestellt; und mit der Voltaischen Säule lassen sich bekanntlich beide Wirkungen hervorbringen, je nachdem man das regulinische Metall mit dem positiven, oder das Metalloxyd mit dem negativen Pol verbindet. Hier, glaube ich jedoch, ist nicht das Kupferoxyd durch den Blitz reducirt, sondern verflüchtigt worden, worauf das darunter liegende reine Kupfer, das durch Elektricität nur sehr schwer oxydirt wird, zum Vorschein gekommen ist.

Das Aufsprengen der Thürchen in der Cisterne ist ein Beweis, wie leicht durch den Blitz eine Platzung verursacht wird, wenn er in einen eingeschlossenen Behälter, und eben so, wenn er in den Erdboden hineingeleitet wird. Daher scheint es besser zu seyn, den Ableiter nach dem Vorschlage von Reimarus, nur bis an den Erdboden, als in denselben hineinzuführen. Ist der Blitz erst glücklich bis an die Erde gebracht, dann kann man ihn wohl füglich sich selbst überlassen. Er findet hier Raum genug, sich auszubreiten und mit der Erde zu verbinden, und es ist nicht abzusehen, wie er dem Gebäude weiter schädlich werden sollte. Ein anderes wäre es, wenn ein Gebäude in seinen Souterrains noch grofse Massen von Metall, oder Kohlen, oder andern vorzüglich leitenden Stoffen enthielte; dann möchte es rathsam seyn, dem Blitz auch noch unter der Erde eine bestimmte Richtung zu geben.

Noch ein Umstand, der bei diesem merkwürdigen Wetterschlage eine Aufmerksamkeit verdient, ist die eigenthümliche Beschaffenheit des Donners, welchen die Leute im Thurme hörten: er war nicht von dem gewöhnlichen Geprassel und Rollen begleitet, sondern bestand in einem einzigen Schlage, gleich dem Knall einer Kanone. Eben so beschreiben auch andere Personen den Donnerschlag eines in der Nähe einschlagenden Blitzes, und ich habe dieselbe Erfahrung im vorigen Sommer zu machen Gelegenheit gehabt, als ein Blitz den oben erwähnten Ableiter auf dem hiesigen Schlosse traf, das nicht weit von meiner Wohnung entfernt ist. Denselben Donnerschlag aber hören entferntere Personen auf die gewöhnliche Art. Es entsteht also die Frage: woher diese Verschiedenheit?

Mir scheint der Knall in der Nähe des Blitzes die unmittelbare Wirkung von dem Durchfahren des Blitzes durch die Luft, und das im Grofsen zu seyn, was das Platzen bei dem Ueberspringen des elektrischen Funkens an unsern Maschinen im Kleinen ist. Die ungeheure Erschütterung, die dadurch in der Luft in der Nähe des Blitzes entsteht, macht, dafs schwächere Bewegungen in ihr daselbst nicht verspürt werden. Der Donner aber ist, nach der Meinung mehrerer Physiker, nicht blos das Erzeugnifs des Blitzes, sondern dieselbe Ursache, die den Blitz erzeugt, die chemischen Zersetzungen in der Wolke, haben auch an der Entstehung des Donners Antheil. Die dadurch bewirkten schwächern Erschütterungen der Luft verbreiten sich in die Ferne, vermischen sich daselbst mit dem durch den Blitz hervorgebrachten, in der Ferne immer schwächer werdenden, auch durch vielfache Reflexe modificirten, Erschütterungen, und bringen so das mannigfaltige Getöse des Donners hervor. Es wäre der Mühe werth, wenn es möglich wäre, Beobachtungen darüber zu sammeln, wie der Donner eines und eben desselben Wetterschlages sich in verschiedenen Entfernungen ausnimmt. Schade nur, dafs man nicht, wie Lichtenberg sagt, den Donner auf Noten setzen kann, um seine Beschaffenheit mit der gehörigen Deutlichkeit zu bezeichnen.

## V. *Einige Bemerkungen über das Gesetz der elektrischen Abstofsung;* von *P. N. C. Egen in Soest.*

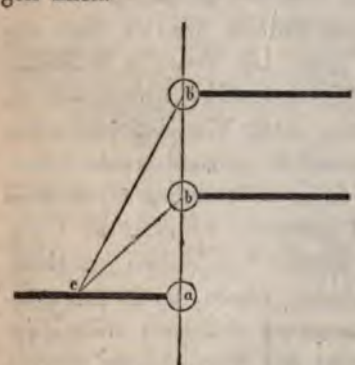
Herr Hofrath Muncke hat meine Untersuchungen über das elektrische Repulsionsgesetz sehr vollständig in der neuen Ausgabe des Gehler'schen physicalischen Wörterbuchs aufgenommen, und sie mit wohlwollenden Bemerkungen begleitet. Ich fühle mich dadurch um so mehr zum Danke verpflichtet, als ein Paar andere Physiker meinen Aufsatz über den Ursprung der Feuer-Meteore in anderm Sinne behandelt haben; man hat die dort ausgesprochenen, mir eigenthümlichen, Ideen benutzt, ohne sich weiter die geringe Mühe zu geben, ihren Ursprung zu nennen.

Im Novemberhefte der Göttingischen Gel. Anz. von 1827 werden die drei ersten Bände des physicalischen Wörterbuchs angezeigt. Der Herr Refer. nimmt hier die Versuche des würdigen Herrn Hofrath Mayer über das elektrische Repulsionsgesetz gegen die meinigen in Schutz. Ich würde die Sache mit Stillschweigen übergangen haben, wenn ich nicht geglaubt hätte, einen Vorwurf entkräften zu müssen, der meinen Versuchen gemacht wird.

Es wird behauptet, in meinen Versuchen seyen nicht allein die Kugeln elektrisirt gewesen, sondern die Elektricität habe sich auch den dünnen Stängelchen von Gummilack, an welchen sie befestigt waren, mittheilen müssen. Ich mufs dieser Behauptung durchaus widersprechen. Ich habe mich während der Versuche zu wiederholten Malen überzeugt, dafs die Stängelchen keine bemerkbare Spur von freier Elektricität zeigten. Ich erinnere hier, dafs die Kugeln nur sehr schwach elektrisirt wurden. Wer so delicate Versuche machen will, darf nur mit geringer Menge von Elektricität operiren; diefs ist die erste Rücksicht, worin es viele verfehlen. Ich

besitze die elektrische Waage noch. Die Stängelchen haben 0,52 Linie Durchmesser. Noch heute, wo ich dieses schreibe, stellte ich Versuche an, um zu sehen, ob sich die schwache Elektricität der Kugeln den Stängelchen nicht in sehr schwachem, früher übersehenem Grade mittheile. Nochmals fand ich bei den schärfsten Proben keine Spur.

Der Herr Referent behauptet, die den Stängelchen mitgetheilte Elektricität müsse mit in Rechnung genommen werden. Hätten die Stängelchen Elektricität aufgenommen, so wäre es der feinsten Analysis unmöglich gewesen, die Versuche zu berechnen, weil immerhin die Vertheilung der Elektricität in den Stängelchen unbekannt geblieben wäre. Wohl aber läfst sich sehr leicht zeigen, dafs in dem Falle meine Versuche nicht auf einen kleinern, sondern auf einen gröfsern Exponenten hindeuten würden, als den ich berechnete. Der Einwurf des Herrn Referenten ist also gegen ihn selbst gerichtet, nicht gegen mich.




Es seyen *a* und *b* die Mittelpunkte der Kugeln, *c* sey ein Punkt des Stängelchens, der ebenfalls freie Elektricität enthält. Rückt nun der Punkt *b* nach *b'* in eine doppelte Entfernung von *a*, so ist erstlich die Entfernung *b'c* nicht die doppelte von *bc*, und dann wirkt die Repulsionskraft in der Linie *b'c* unter einem weniger spitzen Winkel auf den Wagebalken, als in der Linie *bc*. Beide Umstände bewirken, dafs die Repulsionskraft, die vom Punkte *c* abhängt, in geringerm Maafse abnimmt, als die Abstofsung, die sich auf *a* bezieht. Der unter Vernachlässigung des Repulsionspunktes *c* berechnete Ab-

stofsungs-Exponent würde also vergröfsert werden müssen, wenn der Punkt *c* wirklich thätig wäre.

Mit gutem Vorbedacht habe ich ferner die Beobachtungspaare in der Ordnung angestellt, dafs ein Verlust der Elektricität den gesuchten Exponenten verkleinerte, damit meinen Versuchen nicht möchte der Vorwurf gemacht werden, ein fehlerhaftes Verfahren habe die vorgefafste Meinung bestätigt. Ich war versichert, dafs jener Verlust so unbedeutend war, dafs er den Exponenten nur unmerklich verringerte. Dafs ich einen etwas kleinern Exponenten fand, als die Theorie es fordert, beruht fast lediglich auf dem schon früher angegebenen Grunde. Vielleicht werde ich später noch Gelegenheit haben, diefs nachzuweisen.

Die Einwürfe, welche ich gegen die Gültigkeit der aus den Versuchen des Hrn. Hofr. Mayer gezogenen Resultate aufgestellt habe, sind sämmtlich unverwerflich. Ich werde mich wohl gehütet haben, einem so tüchtigen Physiker gegenüber, seichte Gründe aufzustellen. Hr. Hofr. Muncke fehlt darin, dafs er glaubt, die Elektricität vertheile sich in zwei Flaschen unter übrigens gleichen Umständen, nach dem Verhältnisse der belegten Fläche, in welchem Punkte er also einem meiner Einwürfe widerspricht. Nur auf der Oberfläche einer Kugel ist die Elektricität gleichförmig vertheilt, auf keiner andern begränzten (endlichen) Fläche. Nun sieht man leicht ein, dafs bei ungleicher Vertheilung der Elektricität sich nicht überall die Elektricitätsmassen wie die abgetheilten Flächen verhalten. Namentlich tritt dieser Fall bei ungleich hohen, oder ungleich weiten Flaschen ein. Die Analysis weiset dieses mit aller Sicherheit nach. Es sollte, wie ich meine, überhaupt in Deutschland die Analysis mehr auf die Physik angewandt werden. Namentlich in der Lehre von der Elektricität würde bei solchem Vortrage, der dennoch ziemlich elementar gehalten werden kann, kein Zweifel darüber entstehen, ob die freie Elektricität beim Gleichgewichte blofs an der Oberfläche der

Körper verbreitet sey, oder auch in die Körper eindringe, man würde nicht solche Darstellungen des elektrischen Wirkungskreises finden, als bei uns, selbst in vortrefflichen Lehrbüchern, vorkommen.

Ich wünschte Muſse zu haben, die elektrische Repulsion und Attraction auf einem neuen Wege zu erforschen, der wahrscheinlich den wahren Exponenten noch genauer geben würde, als ich diesen bisher fand. Ich würde in einen rings umschlossenen Raum an einen einfachen Cocon- oder Spinnefaden ein dünnes Gummilack-Stängelchen horizontal aufhängen, das vorn eine Kugel, und an irgend einer andern Stelle, von der Kugel entfernt, ein Stückchen Kork trägt. In dieses Korkstückchen würde ein magnetisches Dräthchen gesteckt. Dadurch erhielte das Stängelchen eine bestimmte Richtung, und die Kräfte, welche dasselbe aus dieser Richtung lenkten, müſsten dem Sinus der Elongationswinkel proportional seyn. Man hat es bei dieser Einrichtung ganz in seiner Gewalt, die Drehungskraft durch ein gröſseres oder kleineres, stärker oder weniger stark magnetisirtes Dräthchen zu bestimmen. Uebrigens würden die Versuche angestellt, wie bei der Coulomb'schen Drehwaage, nur daſs dort der ganze Apparat gedreht werden müſste, während bei dieser nur der obere Zeiger fortgeführt wird. Bei sorgfältiger Entfernung aller störenden Einwirkungen der Umgebung, und bei Uebung im feinen Beobachten, müssen nach dieser Methode sehr zuverlässige und genaue Resultate gewonnen werden.

Es ist mir hier nicht um das Verfechten einer Meinung zu thun. Ich suche, ohne Vorurtheil und redlich, in meinen Arbeiten das Wahre zu erforschen, und ich werde mich darum gewiſs aufrichtig freuen, wenn von Göttingen aus künftig überzeugende Versuche und Beweise in der hier verhandelten Sache ausgehen, selbst [illegible]och, wenn das, was ich bis dahin für wahr halte, [illegible] fallen müſste.

## VI. *Ueber die Erscheinung der Farbenringe; von Hrn. Fresnel* *).

Man weifs, dafs durch die Interferenz zweier Reihen von Lichtwellen nur dann in den Punkten, wo ihre vibratorischen Bewegungen entgegen gesetzt sind, eine vollständige Dunkelheit entstehen kann, wenn diese Bewegungen gleiche Stärke haben. Es scheint indefs im ersten Augenblick, als könnten die Strahlen, die vom zweiten Glase reflectirt werden, nicht völlig gleiche Intensität mit den an der untern Fläche des ersten Glases reflectirten Strahlen besitzen, weil diese partielle Reflexion den auf das zweite Glas fallenden Strahl schon geschwächt hat. Deshalb glaubte ich, dafs bei den dunklen Ringen der beiden oder der drei ersten Ordnungen eines homogenen Lichts das dunkle Schwarz von der geringen Lichtmenge herrührte, welche von dem Glase reflectirt würde. Ich weifs nicht, ob Hr. Young denselben Irrthum begangen hat; aber meinerseits ist er um so weniger zu entschuldigen, als ich Gelegenheit hatte, das dunkle Schwarz der dunklen Ringe unter sehr schiefen Neigungen und fast unter der, bei welcher die Reflexion total wird, zu beobachten, und zwar durch Anwendung zweier Prismen, die mit ihren Grundflächen, von denen eine schwach gekrümmt war, gegen einander lagen, so dafs das Licht, welches an der Eintrittsfläche des oberen Prisma's reflectirt wurde, sich nicht mehr mit dem mischte, welches die Ringe erzeugte. Dieser Versuch war mir nicht gegenwärtig, als ich die Erklärung der Farbenringe niederschrieb. Ich

*) Diese Notiz ist von Hrn. Fresnel späterhin in den *Annal. de chim. et de phys. T. XXIII. p.* 129. bekannt gemacht; sie berichtigt einen Fehler in der Erklärung der Farbenringe, auf den Hr. Fresnel durch Hrn. Poisson aufmerksam gemacht wurde. *P.*

bin auch erstaunt, wie es mir nicht beigefallen ist, die Wirkung einer Unzahl von Reflexionen, die zwischen den beiden Flächen einer Luftschicht geschehen, in einem Augenblicke zu berechnen, wo ich eine ähnliche Rechnung anstellte, um meine Formeln für die Intensität des unter schiefen Neigungen reflectirten Lichtes zu vergleichen mit den Beobachtungen des Hrn. Arago über die totalen Lichtmengen, welche von einer Glasplatte zurückgeworfen und durchgelassen werden *).

Um durch diese Rechnung, wie es Hr. Poisson gethan, zu erweisen, dafs die Mitten der dunklen Ringe durchaus schwarz seyn müssen, brauchte ich nicht seine Formel (oder vielmehr Hrn. Young's Formel, weil dieser sie zuerst gegeben hat) für die Intensität des unter senkrechter Incidenz reflectirten Lichtes zu kennen; denn das in Rede stehende Theorem ist unabhängig von dieser Formel, wie von jenen, welche ich für schiefe Incidenzen gefunden habe. Die einzigen, zum Beweise dieses Satzes nöthigen Bedingungen sind: dafs die beiden durchsichtigen, sich berührenden Körper ein gleiches Reflexionsvermögen haben, und, dafs das Licht an der ersten und zweiten Fläche einer und derselben Glasplatte in gleichen Verhältnissen reflectirt werde. Diese zweite Bedingung ist aber bei der Reflexion des Lichts in durchsichtigen Mitteln ein allgemeines Gesetz. Hr. Arago hat sich durch sehr genaue Versuche überzeugt, dafs, wenn man einen Lichtbündel auf eine Glasplatte mit parallelen Flächen fallen läfst (unter welcher Neigung es übrigens auch geschehen mag), eben so viel Licht an

*) *Annales de chim. et de phys. Tom. XVII.* Diese Rechnung weicht nur darin von der andern ab, dafs es die lebendigen Kräfte oder die Quadrate der absoluten Geschwindigkeiten sind, welche man bei einer dicken Glasplatte hinzufügen mufs, und nicht die einfachen Geschwindigkeiten, wie bei der dünnen Luftschicht, welche die Farbenringe reflectirt; übrigens hat man in dem einen Falle, wie in dem andern, immer eine unendliche geometrische Reihe zu summiren.

der ersten Fläche, aufserhalb der Platte, reflectirt wird, wie an der zweiten Fläche, innerhalb der Platte. Aus dieser einzigen Thatsache läfst sich, ohne irgend eine Formel, leicht erklären, weshalb die dunklen Ringe, selbst bei sehr schiefen Incidenzen, ein so dunkles Schwarz darbieten.

Um die Rechnung zu vereinfachen, beziehe ich die absoluten Geschwindigkeiten, welche die Aethertheilchen durch die Lichtwellen, die sich in den beiden auf einander gelegten durchsichtigen Körpern und der zwischen ihnen eingeschlossenen Luftschicht fortpflanzen, erhalten haben, auf ein gemeinschaftliches Mittel, auf dasjenige z. B., worin die Interferenz aller reflectirten Lichtwellen vor sich geht; d. h. ich setze die absoluten Geschwindigkeiten der Theilchen in den drei Mitteln als multiplicirt durch einen solchen Factor voraus, dafs sie, in dem Mittel, auf welches man sie bezieht, lebendige Kräfte oder gleichwerthige Lichtmengen darstellen; auf diese Weise ist es nicht mehr nöthig, die verschiedenen Dichten der drei sich berührenden Mittel auszudrücken, weil alle absoluten Geschwindigkeiten als in demselben Mittel gerechnet angesehen werden. Diefs vorausgesetzt, nehmen wir zur Einheit den gemeinschaftlichen Coëfficienten der absoluten Geschwindigkeiten in den Lichtwellen, welche auf die erste Fläche der Luftschicht fallen; bezeichnen wir durch $m$ den gemeinschaftlichen Coëfficienten der absoluten Geschwindigkeiten in den reflektirten Wellen, und durch $n$ den der durchgelassenen Wellen; dann haben wir, da wir voraussetzen, dafs kein Lichtverlust statt finde:

$$m^2 + n^2 = 1$$

denn, wenn die absoluten Geschwindigkeiten $1$, $m$, $n$ auf ein und dasselbe Mittel bezogen werden, sind die entsprechenden Lichtmengen proportional dem Quadraten dieser Geschwindigkeiten.

Für das durch die Luftschicht gehende Licht wird

die Intensität $n$ der absoluten Geschwindigkeiten, nach seiner Reflexion an der zweiten Fläche dieser Schicht, $mn$, weil wir beiden auf einander gelegten Gläsern gleiches Reflexionsvermögen zuschreiben, und weil, wenn ein Strahl auf eine durchsichtige Platte fällt, gleiche Mengen von Licht innerhalb und aufserhalb der Platte reflectirt werden. Aber, wie Hr. Young zuerst bemerkt hat, müssen die absoluten Geschwindigkeiten entgegengesetzte Zeichen erhalten, je nachdem die Reflexion aufserhalb oder innerhalb des dichteren Mittels geschieht. Wenn man also, für die Reflexion an der ersten Fläche der Luftschicht, $m$ positiv nimmt, wird der Coëfficient $mn$, welcher der Reflexion an der zweiten Fläche entspricht, negativ und zwar gleich $-mn^2$, nachdem die Strahlen die obere Fläche zum zweiten Male durchdrungen haben. Ich nehme an, dafs der Weg, den sie in der Luftschicht, nachdem sie dieselbe zwei Mal durchliefen, zurückgelegt haben, gleich ist einer Undulation oder einer ganzen Zahl von Undulationen, so dafs er weder an der Gröfse noch an dem Zeichen der absoluten Geschwindigkeiten, die gleichzeitig zum Interferenzpunkt hingeführt werden, etwas ändert. Während ein Theil dieser Strahlen zum Blättchen hinausgeht, wird ein anderer in das Innere reflectirt, darauf durch eine dritte Reflexion an der untern Fläche zu der oberen Fläche zurückgeführt, und endlich seinerseits durchgelassen. Die absolute Geschwindigkeit, welche sie herbeiführt, wird folglich durch $-m^3.n^2$ dargestellt; diejenige, welche die Wellen erhalten, die zwei Reflexionen erlitten haben, wird seyn $-m^5.n^2$, und so fort. Die totale Summe der absoluten Geschwindigkeiten, welche die an den beiden Flächen der Luftschicht reflectirten Wellen besitzen, wird also gleich seyn:

$$m - mn^2 - m^3n^2 - m^5n^2 - \text{u. s. w.}$$

oder:

$$m(1-n^2(1+m^2+m^4+\ldots)) \text{ oder } m\left(1-\frac{n^2}{1-m^2}\right)$$

oder endlich: $m\left(\frac{1-m^2-n^2}{1-m^2}\right)$

aber $m^2+n^2=1$; mithin wird die Summe der absoluten Geschwindigkeiten, und folglich auch das reflectirte Licht, Null seyn. Folglich werden auch die reflectirten Ringe ein vollkommnes Schwarz an den Punkten zeigen, wo der Unterschied in dem Gange zwischen den an der ersten und zweiten Fläche der Luftschicht reflectirten Strahlen gleich ist der Länge einer Undulation oder einer ganzen Zahl von Undulationen.

Ich nehme hier an, dafs die Lichtmengen, welche zurückgeworfen und durchgelassen werden, für gleiche Incidenzen gleich bleiben, wie viele Reflexionen auch vorangegangen seyn mögen. Diefs ist nur dann genau, wenn das Licht parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, weil alsdann seine Vibrationen nach dieser Ebene oder nach einer auf ihr senkrechten Richtung geschehen, und sie also durch die successiven Reflexionen nur ihre Intensität und nicht mehr ihre Richtung ändern. Es sind also nur die gegen die Einfallsebene parallelen oder senkrechten Vibrationen, auf welche man den obigen Calcul anwenden darf; da man aber die Schwingungen der einfallenden Strahlen immer in parallele und senkrechte gegen die Einfallsebene zerlegen kann, wenn bei keinem dieser beiden componirenden Systemen eine totale Reflexion statt findet, so giebt es in keinem Falle noch reflectirtes Licht.

Die Rechnung, welche ich eben angestellt habe, setzt auch voraus, dafs die Flächen der Luftschicht vollkommen parallel sind, so dafs der Zwischenraum, welcher sie trennt, für jede beliebige Zahl von schiefen Reflexionen constant bleibt. Diefs ist aber bei dem gewöhnlichen Versuch mit den Farbenringen nicht mehr der Fall. Es ist daher möglich, dafs man, wenn die Incidenz sehr schief wäre, die Krümmung der in Berührung stehenden Gläser in Rechnung ziehen müfste, eben so wie die Va-

riationen, die daraus für die Bahn erfolgen, welche die nämlichen Strahlen zu durchlaufen haben, um von einer Fläche zur andern überzugehen.

## VII. *Ueber die Gewinnung des Jods.*

Zur Ausziehung des Jods aus der Mutterlauge von Kelp, sagt Berzelius in seinem 8. Jahresberichte, S. 82. d. O., hat Soubeiran (*Journ. de pharm. XIII. p.* 421.) eine, wie es scheint, ganz beachtungswerthe Verbesserung angegeben, die selbst die Benutzung einer Mutterlauge von sehr unbedeutendem Jodgehalt erlaubt. Sie besteht darin, dafs man das Jod mit schwefelsaurem Kupferoxyd fällt; da aber dieſs Metall die Eigenschaft hat, dafs es kein Jodid sondern nur ein Jodür bildet, so wird dabei die Hälfte des Jods frei in der Flüssigkeit. Um auch diese zu fällen, vermischt er die Flüssigkeit mit Kupfersalz in Ueberschufs und mit Eisenfeilspähnen; dadurch fällt, neben metallischem Kupfer, eine neue Portion Jodür nieder, die man von den überschüssigen Eisenspähnen leicht abschlemmen kann. — Ich habe gefunden, dafs sich diese etwas zusammengesetzte Fällung mit gröfster Leichtigkeit in einer Operation ausführen läfst, wenn man 1 Th. krystallisirten Kupfervitriol und $2\frac{1}{4}$ Th. gemeinen Eisenvitriol zusammen in Wasser löst, und diese Lösung so lange in die Mutterlauge tröpfelt als noch ein Niederschlag entsteht. Das erhaltene Kupferjodür wird abfiltrirt, gewaschen und getrocknet. Es kann entweder durch Schwefelsäure und Braunstein zersetzt werden, wobei indefs mit dem Jod zugleich Wasser übergeht, oder, wie auch Soubeiran angiebt, durch Braunstein allein, indem man es damit mischt und in einer Retorte mit Vorlage, die gewechselt werden kann, erhitzt. Zuerst geht Wasser über, und wenn dieses aufhört, wechselt man die Vorlage, und erhitzt die Mischung bis zum vollen Weifsglühen. Das Kupfer oxydirt sich dabei auf Kosten des Braunsteins und das Jod wird sublimirt. Statt des Braunsteins kann man auch Eisenoxyd nehmen.

## VIII. *Bemerkungen über die Vulcane der Insel Java.*

(Hiezu die geognostische Skizze Taf. V. als Erläuterung.)

Die Uebersicht der Erscheinungen vulcanischer Thätigkeit im Innern von Java, welche sich in der schon neulich von uns erwähnten *) verdienstlichen Dissertation des Hrn. van der Boon Mesch befindet, enthält einige bemerkenswerthe, bisher nicht so vollkommen bekannt gewordene Thatsachen, welche als ein neuer Beitrag zur Geschichte dieses merkwürdigen Landes bewahrt zu werden verdienen. Bekannt und in vielen naturwissenschaftlichen Zeitschriften wiedergegeben, sind die Schilderungen, welche namentlich Sir Stamford Raffles, Thomas Horsfield, Prof. Reinwardt, Leschenault u. a. theils von dieser Insel im Allgemeinen, theils von einzelnen bedeutenderen Erscheinungen auf derselben entworfen haben **). Ausgezeichnete Naturforscher haben daraus bereits Alles das abgeleitet, was der physischen Geographie der Vulcane und der geognostischen Kenntnifs der Erdrinde insbesondere aus diesen wichtigen Beobachtungen Förderliches erwachsen ist ***). Es scheint uns daher nicht überflüssig, diesen Arbeiten, welche in der neuesten Zeit in so hohem Grade das Interesse der Leser in Anspruch genommen haben, hier Alles das nachzutra-

*) Dieses Bandes der Annal. p. 509.

**) Die Arbeiten dieser Gelehrten finden sich fast sämmtlich in wörtlicher und treuer Uebersetzung zusammengestellt in: J. Noeggerath und J. P. Paul's Sammlung von Arbeiten ausländischer Naturforscher über Feuerberge und verwandte Phänomene. Th. II. Elberfeld, 1825.

***) Vorzugsweise von Hoff: Veränderungen der Erdoberfläche. II. 439. sq., und Leop. von Buch in diesen Annal. Bd. 10. p. 189. sq.

gen, was durch spätere Wahrnehmungen den vorhandenen Thatsachen hinzugefügt werden kann.

Aus den Reise-Journalen des Hrn. Prof. Reinwardt, deren freie Benutzung Hrn. van der Boon Mesch gestattet war, und aus der sorgfältigen Musterung der von diesem mitgebrachten und im Museum zu Leyden bewahrten Gesteine leitet der Verfasser die merkwürdige Wahrheit her, dafs die zahlreichen Vulcane dieser Insel bei ihren häufigen verheerenden Ausbrüchen dennoch sehr selten die gewöhnlichste aller vulcanischen Erscheinungen: Auswürfe geschmolzener Substanzen in flüssiger Form, bandförmig gestalteter Lavaströme, gezeigt haben. Niemals sah Herr Reinwardt dort bei seinen zahlreichen Excursionen auf die Gipfel der thätigen Vulcane wahre Lava ausfliefsen, und nirgend überhaupt auch nur die Spuren alter Lavaströme von gröfserer Bedeutung. Und doch sind diefs dieselben Vulcane, deren Auswürflinge Landstriche von Tagereisen weiter Ausdehnung so völlig bedecken, dafs sie die ganze organische Schöpfung auf ihrer Oberfläche zerstören, dieselben, deren unterirdische Donner auf Strecken von mehr als 100 geogr. Meilen Entfernung gehört werden, und deren Verheerungen alles übertreffen, was, vielleicht mit Ausnahme der Vulcane Südamerica's, bisher uns von ähnlichen Erscheinungen bekannt geworden ist. Am Abhange des *Gunung Guntur*, eines der beträchtlichsten unter diesen Bergen, führt schon Horsfield*) als etwas besonderes Ausgezeichnetes die Spuren von fünf in verschiedenen Perioden geflossenen Lavaströmen an; der jüngste derselben war erst im J. 1800 ausgebrochen, die älteren aber waren nach Hrn. Reinwardt's Zeugnifs wieder mit Pflanzen bedeckt, und müssen daher aus viel älterer Zeit herrühren. Andere Beispiele ähnlicher Art werden uns von Java nicht berichtet. —

Wie so ganz anders gestaltet sich dagegen dasselbe

*) S. *Raffles History of Java. I.* 15. *note.*

Verhältnifs bei so vielen andern Vulcanen der Erde. Am *Vesuv* allein kennen wir sieben bedeutende Lavaströme, welche seit seiner ersten uns bekannt gewordenen Eruption ihre Richtung durch die Strafsen von *Torre del Greco* nahmen *), eben so zahlreich war die Anzahl der über einander hergeflossenen Laven verschiedener Perioden des *Aetna*, welche man in jenem tiefen Brunnen zu *Jaci* durchsunken hat, aus dessen Verhältnissen Recupero das Alter der Erde herzuleiten bemüht war **). Erst noch in ganz neuer Zeit (1794) hat ein einziger gröfserer Ausbruch des Vesuv vor den Augen der Beobachter fünf neue Eruptions-Kegel hervorgebracht ***), aus deren jedem nach einander die Lava in gesonderten Strömen hervorbrach, und erst neuerlich zählte ein ausgezeichneter Beobachter, Hr. Poulett Scrope, von dem Gipfel des Aetna über 70 solcher vorübergehend thätigen Seiten-Cratern in seiner Umgebung †).

Was die Vulcane von *Java* bei ihren Ausbrüchen hervorstofsen, sind dagegen vorherrschend lose Massen, Schlacken-Bruchstücke, Bimssteine, Sand und Asche, Theile der im Innern des Berges zurückbleibenden geschmolzenen Substanzen, die sich nicht zusammenhängend bis zum Rande der Cratere erheben können. Oder es sind dieselben Substanzen mit grofsentheils heifsem und salzigem Wasser verbunden, in Gestalt von verheerenden Schlammströmen. Den vielen Beispielen der Art, welche uns die genannten früheren Beschreibungen der Insel berichten, ist gegenwärtig noch ein bisher weniger gekanntes hinzugefügt worden. Es ist ein gewaltiger Ausbruch des *Galung Gung*, auf den Gränzen der Bezirke von *Limbangan* und *Sumadang*, im östlichen Theile der

*) L. von Buch, geognostische Beobacht. II. p. 96.

**) *Brydone. A tour through Sicily and Malta.* Der deutschen Uebersetz. I. p. 124.

***) L. von Buch, a. a. O. II. p. 105.

†) *Considerations on Volcanos. p.* 153.

*Preanger* Regentschaften, welcher Hrn. Reinwardt durch den grade dort anwesenden Maler Payen berichtet ward.

Man hatte von diesem Berge früher niemals eine Eruptions-Erscheinung gesehn, und es waren unter den Bewohnern an seinen reich bebauten Abhängen, wie zur Zeit der Zerstörung von Pompeji an den Abhängen des Vesuv, selbst alle Traditionen verschwunden, dafs er jemals gebrannt habe. Im Junius 1822 indefs zeigten sich hier die ersten Spuren der wieder erwachenden Thätigkeit. Das Wasser des Flusses *Chi-kunir*, der von hier seinen Ursprung nimmt, wurde trübe, bekam einen sauren Geschmack und setzte in Menge weifses Pulver (Schwefel?) ab, indem es zugleich stark nach Schwefel roch. Bald darauf ward es zwar wieder klar, allein der Schwefelgeruch erhielt sich. — Endlich am 8. October begann unerwartet, am Tage bei heiterem Himmel, der Ausbruch. Eine dicke schwarze Wolke verhüllte den Gipfel des Vulcanes und die benachbarten Thäler in Finsternifs. Heftige Detonationen wurden in seinem Innern vernommen, und Erschütterungen des Bodens begleiteten sie. Man sah Flammen hervorbrechen. Der Berg begann erhitztes Wasser, Schlamm und brennenden Schwefel auszuwerfen, und die hervorbrechenden Massen dieser Art verheerten die Aecker bis zu 10 englisch. Meilen Entfernung. Den fliehenden Einwohnern wurde der Weg durch die Flüsse versperrt, welche durch die hineinfliefsenden Schlammströme und überall herabregnenden heifsen Auswürflinge erhitzt wurden und über ihre Ufer traten; viele derselben wurden ertränkt oder jämmerlich verbrannt aus dem Schlamm hervorgezogen. Der *Chi-lone*, *Chi-wulan* und *Chi-kunir* waren mit Leichen bedeckt. Einige Dörfer dagegen, näher am Berge, über welche die Auswürflinge weggeschleudert wurden, blieben ganz unversehrt. Man hörte das Getöse von diesem furchtbaren Ereignisse auf ganz Java, und überall glaubten die Bewohner, der ihnen zunächst liegende Vulcan sey aufgebrochen. Die

Asche

Asche fiel am andern Tage in der Gegend von *Bandung* (in einer Entfernung von etwa 20 geogr. Meilen gegen NW.), und die Felder um Limbangan wurden mit Schlamm bedeckt. —

Doch mit dieser furchtbaren Aufregung waren die Kräfte des Berges noch nicht erschöpft. Am 12. October erfolgte ein neuer, noch heftigerer Ausbruch, welcher die Erscheinungen des ersten wiederholte; er wüthete die Nacht hindurch, in welcher allein in der Landschaft *Singapanna* gegen 2000 Menschen ihren Tod fanden, und in welcher die ausgetretenen Ströme Felsen, Wälder, ja ganze Hügel wegrissen und neue bildeten. Der Lauf von einigen dieser Gebirgsbäche, besonders der des *Chi-banjarang* und des *Chi-wulan*, ward dadurch dauernd verändert. Die überlebenden Bewohner erkannten die Stellen ihrer Dörfer nicht wieder. Man sah am andern Tage die Gestalt des Berges beträchtlich verändert, und man konnte sich ihm selbst im November noch nicht nähern, denn die Wege waren zerrissen und mit Schlamm, Asche und Basaltstücken bedeckt. Ja von letztern waren Massen von beträchtlicher Gröfse bis zu 7000 Schritt Entfernung geschleudert worden.

Die Ursachen dieser zerstörenden Ereignisse sind zuerst durch Alexander von Humboldt umfassend beleuchtet worden. Auch unter den Vulcanen der Andes-Kette sind Ausbrüche wahrer Lavaströme im Allgemeinen eine seltne Erscheinung. Der *Pichincha*, vielleicht der thätigste unter den Vulcanen, welche das Hoch-Thal von *Quito* bekränzen, und den Humboldt zum Gegenstande seiner besondern Studien machte, hat niemals seit der Periode der Bildung der Thäler einen Lavastrom hervorgebracht *), eben so wenig der *Capac-Urcu*, der vor seinem Einstürzen höher als der *Chimboraço* war, und so auch der *Cotopaxi*, der höchste unter den gegenwärtig thätigen Vulcanen dieser Gegend. Und den-

*) Vergl. u. a. A. v. Humboldt, *Essai geognostique*, *p.* 312.

noch haben die Eruptionen dieser Berge so häufig die Bewohner des Hochlandes in Schrecken gesetzt, und die ungeheure Masse loser Substanzen, die sie dabei auswarfen, verwandelte häufig weit umher die Helle des Tages in Dunkelheit. Auswürfe schlammiger Massen waren oft damit verbunden, und bekannt sind die ausgezeichnetesten Ereignisse dieser Art vom *Carguairazo* (1698), von *Ibarra* (1691), und von *Pelileo* (1797), welche an Grofsartigkeit jenen auf Java völlig gleich stehn, ja sie vielleicht noch übertreffen. A. v. Humboldt hat gezeigt, dafs die Wassermassen, welche sich bei solcher Gelegenheit mit den losen Auswürflingen der Vulcane verbinden, nicht allein, wie Du Carla *) zu erweisen bemüht war, von den durch die Eruptions-Erscheinungen um den Gipfel des Vulcans zusammengezogenen und niedergeschlagenen Wasserdämpfen herrühren; sondern dafs es sehr häufig ausbrechende Wasserbehälter aus dem Innern der Vulcane selbst sind, welche durch die Erschütterungen und Zerreifsungen des Berges einen Ausweg erhalten. Die schöne Beobachtung der grofsen Menge von Fischen, welche zu Zeiten mit diesen Schlammströmen hervorgetrieben wurden, liefert dafür den überzeugendsten Beweis.

Auch im Innern der Vulcane von Java sind bedeutende Wasser-Ansammlungen häufig. Es zeugen dafür nicht nur die zahlreichen, so häufig mineralischen und heifsen Quellen, welche an den Abhängen derselben austreten, sondern auch die oft nicht unbedeutenden Lagunen, welche innerhalb der Wände des Craters von mehreren dieser Vulcane eingeschlossen gefunden werden. Bekannt ist vor Allem unter diesen der von Leschenault schon vor mehr als 20 Jahren im Crater des *Mont Idienne* (*Taschem der Charte*) entdeckte See von mit Schwefelsäure und Salzsäure geschwängertem Wasser, welcher dem sauren Bache *Songo-Pahete*, einem Gegenstück zu

*) *Mem. sur les inondations volcaniques* im Journ. *de Physique. XX. p.* 103. *sq.* 1782.

dem früher von A. v. Humboldt im Thale des *Rio Cauca* entdeckten *Rio-vinagre*, den Ursprung giebt. Aehnliche Seen beschreibt uns noch Horsfield im Crater des *Tankuban-Prahu* *), und Reinwardt von beträchtlichem Umfange im *Talaga-Bodas* **) und im *Patacka* ***), der vielleicht, wie von Hoff schon bemerkt †), mit dem *Patuha* oder *Baduwa*, von welchem derselbe Verfasser an einem andern Orte das Gleiche erwähnt ††), derselbe Berg ist. — Wir erfahren durch die Zusammenstellungen des Hrn. van d. B. M., dafs der erst genannte dieser Seen bereits im J. 1817 durch einen heftigen Ausbruch des *Mont Idienne* wirklich ausgeleert wurde. Hr. Reinwardt besuchte diesen Berg im J. 1821, und fand den Crater, welchen Leschenault beschrieben, leer und ausgefüllt. Neben ihm beobachtete er einen andern, wahrscheinlich neu entstandenen, welcher unter allen auf Java bekannten Crateren der gröfseste ist. Dieser besafs gleichfalls auf seinem Boden einen schwefligе Dämpfe ausstofsenden kleinen See, und war aufserdem grofsentheils mit einer feinen weifsen Erde bedeckt. Muthmafslich dieselbe weifse Erde bemerkte Horsfield u. a. sehr ausgezeichnet als ein Product der Zersetzung vulca-

*) Bei Raffles a. a. O. p. 14. note.

**) *Account of a Journey through the Preanger Regencies* im *Edinb. philosophic. Journ.* 1822. *VII.* 38. *sq.* Der See, welchen wir bei Hr. van d. B. M. abgebildet finden, ist von ovaler Form, und sein gröfsester Durchmesser beträgt 2000 Fufs rheinl. Sein gesäuertes und warmes Wasser hat die merkwürdige Eigenschaft, von den hineingefallenen und getödteten Thieren sehr schnell die Knochen zu verzehren, während die weichen Theile dagegen lange mit dem vollkommnen Ansehn der Frische erhalten bleiben.

***) *Edinb. philosoph. Journ. VII. p.* 29.

†) Veränder. der Erdoberfläche. II. p. 442.

††) Siehe aus den *Verhandlingen van het Bataviaasch Genootschap etc.* 1823. *IX. p.* 23. bei Noeggerath und Pauls a. a. O. p. 53.

nischen Gesteines durch saure Dämpfe in den Umgebungen des Crater-See's vom *Tankuban-Prahu*, und er führt dabei ausdrücklich an, dafs sie bei den Eruptionen mehrerer andern Vulcane (namentlich des *Gedé* und *Kluf*) oft in sehr grofser Menge unter den Auswürflingen vorkommt, und sich weit über die entfernteren Gegenden verbreitet. — Bei dem erwähnten Ausbruche des *Mont Idienne* im J. 1817 hatte das heifse saure Wasser des ausgestofsenen See's, besonders in dem Landstriche zwischen dem Berge und der Meeresküste, grofse Verwüstungen angerichtet, und Hr. Reinwardt selbst sah noch die durch seine Berührung verdorrten Bäume und Pflanzen in den angränzenden Wäldern.

Wenn indefs der Umstand, dafs bei den Vulcanen der Andes-Kette so selten wahre Lavaströme hervortreten durch die ungewöhnliche Höhe dieser Berge, deren Wände überdiefs noch bis zur Hälfte ihrer Erhebung durch den Körper eines Hochlandes befestigt werden, genügend erklärt wird, so läfst sich dagegen dieselbe Ursache nicht füglich von der gleichen Erscheinung an den Vulcanen von Java angeben. Dort liegt höchst wahrscheinlich, wie Leop. von Buch schon erwähnt hat *), die vulcanische Werkstatt der Oberfläche sehr nahe, und überdiefs noch scheint keiner der javanischen Vulcane an Höhe den Aetna zu übertreffen, während viele, ja die thätigsten unter ihnen, noch um 5—600 Toisen darunter zurückbleiben. Und doch hat ein volles Drittheil aller bekannten Lava-Ergiefsungen des Aetna, nach Spallanzani's Zeugnifs **), noch aus seinem Gipfel-Crater selbst stattgefunden. Möglich daher wäre es wohl, dafs auf Java die mannigfache Durchlöcherung des Bodens, welche den zahlreichen Gas-Quellen und den auf dieser Insel so ausgezeichnet vorkommenden *Salsen* oder Luft-Vulcanen ***) den Ur-

*) S. diese Annalen, X. p. 189.

**) Reisen in beide Sicilien, I. p. 252.

***) Diese Phänomene, welche ja nicht mit den Schlamm-Auswürfen der wahren Vulcane verwechselt werden dürfen, da sie

sprung giebt, die Erhebung der Lava bis zu den Auswurfs-Oeffnungen der Vulcane verhindert; eben so wie dieselben Durchbohrungen, nach dem Ausdruck eines wohl unterrichteten neueren Naturforschers, füglich als Sicherheits-Klappen (*safety valves*) *) gegen die Wirkungen der Erdbeben angesehn werden können, deren verhältnifsmäfsige Seltenheit auf Java schon von Hoff diesem Umstande zuzuschreiben geneigt ist **).

---

Noch enthalten die von Hrn van der Boon Mesch unternommenen genaueren Beschreibungen der von Hrn. Professor Reinwardt aus Java mitgebrachten Gesteins-Proben einige bemerkenswerthe neue Thatsachen.

Die häufigsten derselben waren *Basalte*, theils frisch, theils zersetzt durch die Wirkungen schwefligsaurer Dämpfe. Die frischen unter ihnen waren schwarz, durchaus dicht und sehr hart, die schwärzesten vom Berge Gedé und aus der Nähe von Salak. Das specifische Gewicht derselben fand der Verfasser nach einer nicht angegebenen Methode:

| | |
|---|---|
| Vom Talaga Bodas | 2,786 |
| - Gedé | 2,683 |
| - Kramat | 2,723 |
| - Malawar | 2,572 |
| - Lontar | 2,790. |

gewöhnlich im Aufwallen eines thonigen Schlammes in Lagunen von salzigem, oft warmem Wasser bestehn, zeigen sich, nach Horsfield u. a., auf Java sehr ausgezeichnet zwischen den Districten von Grobogan in W. und von Blora und Jipang in O. (*Raffles, I. p.* 23. *note. Ann. de Chimie.* 1816. *II. p.* 392.) Hr. Reinwardt hat ein ebenfalls sehr bedeutendes dieser Art, das die Javanesen Kawa Karaha nennen, am Berge Kiamis, in der Nähe des Gunung Guntur, beschrieben (van d. B. M. p. 41. *Edinb. philos. Journ. VII. p.* 32.)

*) *Poulett Scrope considerations on Volcanos, p.* 189.

**) A. a. O. II. p. 443.

Für wahren Basalt sehr gering *), und doch beunruhigten alle diese Basalte die Magnetnadel, ja der Malawar enthielt selbst, wie Reinwardt schon früher bemerkte **), *Magneteisen* in sichtbaren Körnern eingemengt, und zeigte deutlich magnetische Polarität.

Von eingemengten Fossilien bemerkte der Verfasser in ihnen vorzüglich Körner von *Augit* (besonders in dem von Talaga Bodas und vom Berge Malawar), *Olivin*, von lebhaft grüner Farbe (vom Gedé und Salak), *Feldspath*, in Krystallen und kleinen Nadeln, die sich durch lebhaften Glasglanz unterscheiden (besonders ausgezeichnet aus den Säulenreihen vom Wasserfalle Lontar in der Landschaft Sading), und *Hornblende* (im Gestein von Tjanrassa).

Niemals sah der Verfasser bei diesen Basalten ein *mandelsteinartiges Gefüge*.

Durch die corrodirenden Wirkungen der Säuren werden diese Gesteine weifs, weich und thonig, oder bekommen das Ansehn von gebranntem Kalk. Man sieht sie mit Schwefel impregnirt, und sie hauchen häufig einen Schwefelgeruch aus. Ihr specifisches Gewicht wird bis auf 1,8 vermindert, und es scheint ihnen vorzugsweise der Eisengehalt entzogen zu werden. Doch enthielt ein von Hrn. van d. B. M. analysirtes Exemplar aus dem Crater des Talaga Bodas noch 5,3 Proc. Eisenoxyd.

Nächst den Basalten beschreibt der Verfasser ausgezeichneten *Dolerit*, aus schön krystallisirtem *Feldspath*, der zuweilen porphyrartig darin ausgeschieden vorkommt und *Augit* gebildet, nächstdem noch schwarzgrünen *Olivin*, braunen *Glimmer* und *Magneteisen* (Titaneisen?) führend. Vom Gunung-Guntur, Patuha und vom Boden des Flusses Nungnang in der Gegend von Tjihea ***).

*) Vergl. Leop. von Buch, geognostische Briefe über das südl. Tyrol, p. 55. sq. und p. 242.

**) *Edinb. philos. Journ. VII. p.* 30.

***) Wir geben diese Namen mit der Orthographie des Verfassers, ungeachtet es uns nicht möglich war, viele derselben auf der schönen Charte von Raffles wiederzufinden.

Unter den durch saure Dämpfe zersetzten Bruchstücken dieser Gebirgsart, aus dem Crater des Patuha fanden sich einige, wie es bekanntlich häufig in den Klüften der Solfatara bei Neapel geschieht, mit einer *Schwefelkies-Kruste* bedeckt, deren Inneres mit Schwefelkiesen durchzogen war, unter welchen sich zuweilen deutlich octaëdrische Krystalle fanden.

*Klingstein* (Phonolit) erscheint hier ebenfalls nicht selten als ein gewöhnlicher Begleiter des Basalt. Herr van d. B. M. erwähnt vier Vorkommnisse desselben von gewöhnlicher Art, vom Berge Salak, von Tjililing, vom Berge Palissir bei dem Wasserfalle Tjiguerre, und vom Tankuban-Prahu.

Unstreitig viel wichtiger aber, und bisher stets unbemerkt geblieben, ist das Auftreten von *Trachyt*, dieser charakteristischen Gebirgsart aller gröfseren Vulcane der Erde, deren bedeutungsvolles Auftreten Leop. von Buch und Alex. von Humboldt bekanntlich zuerst dargethan haben. Der Verfasser beschreibt dergleichen vom Berge Tilo (mehr als 6000 Fufs hoch), von Krawang und Tjiradjas, und aus der Landschaft Sading. Der Trachyt vom Tilo ist grau und von granitoidischer Textur, aus Körnern und Krystallen von glasigem, weifsem, auch röthlichem und bläulichem *Feldspath* gebildet, und enthält nächstdem kleine Krystalle von Hornblende. Sein Gewicht ist 2,47—2,41. Die Abänderung von Sading hat ein porphyrartiges Gefüge, und enthält, aufser *glasigem Feldspath*, *Augit* und *Magneteisenstein*. Ihre Eigenschwere fand der Verfasser =2,708.

Wie sich erwarten liefs, so ist auch die stets mit trachytischen Gesteinen verbundene Bildung von *Bimsstein*, deren Daseyn auf Java dem Dr. Horsfield noch unbekannt zu seyn schien *), den Vulcanen dieser Insel nicht fremd. Unter ihnen haben vorzugsweise Gedé und Gunung Guntur beträchtliche Mengen davon ausge-

*) Vergl. diese Ann. X. p. 191.

worfen, und Herr Reinwardt sammelte an den Abhängen des letzteren Stücke von 1—3 Fufs Durchmesser. Herr van d. B. M. hat sie beschrieben. Er fand in ihnen häufig krystallinische Körner von *glasigem Feldspath* und, was merkwürdig ist, in der einen mehrfach Brocken von fettglänzendem *Quarz*. Interessant erscheint auch noch ein Stück Bimsstein voll glänzender Feldspathkrystalle, das völlig auf dem Uebergange in Trachyt steht (*trachytes pumiceus*), aus der Landschaft Sading.

So zeigt sich denn also hier schon auf Java deutlicher, als bisher bekannt war, vorbereitet, was auf dem benachbarten Sumatra, näher dem Festlande von Asien, so vollkommen entwickelt auftritt, und wohl dürfen wir hier nahe unter der basaltischen Decke die primitiven Gesteine erwarten.

Noch mögen wir vielleicht zunächst auf dieses Vorkommen mit Recht das Erscheinen von vulcanischen Gläsern, von wahren *Obsidianen* beziehn, die Herr Reinwardt, einen eignen kleinen Hügel zusammensetzend, am Wege zwischen Lelles und Tjilalinka traf. Der Verfasser beschreibt sie: schwarz, glasglänzend, theils aus Lamellen gebildet, welche mit halb entglasten lichten Streifen wechseln, wie so häufig die Obsidiane von Lipari, theils voll rundlicher Höhlungen, worin oft kleine weifse, perlsteinartige Kügelchen. Beide gehören zu der Art des Obsidianes, welche vor dem Löthrohr zu weifsem Glase schmilzt, doch ist hier nicht davon die Rede, dafs sie sich dabei aufblähen. Die letztgenannte Abart gab bei der Analyse folgendes Resultat:

| | |
|---|---|
| Kieselerde | 79,40 |
| Thonerde | 11,25 |
| Kalkerde | 1,75 |
| Eisenoxyd | 4,30 |
| Natron | 3,03 |
| Verlust | 0,27 |
| | 100,00. |

Die *wahren steinartigen Laven* endlich, von welchen Hr. van d. B. M. vier Abänderungen beschrieben, sind sämmtlich vom Gunung Guntur; sie scheinen alle zur Classe der *basaltischen* zu gehören. Denn sie schmelzen vor dem Löthrohr zu dunkelm Glase und sind sämmtlich von dunkler (schwarzer oder brauner) Farbe, dabei körnig und porös, und fast immer zugleich magnetisch. Ihre häufigsten Einmengungen sind: *glasiger Feldspath*, nächstdem Körner von *Olivin* und etwas *Glimmer*.

Herr van d. B. M. spricht den Vorsatz aus, eine genauere Untersuchung des Schwefels und der salinischen Producte der Vulcane von Java zum Gegenstande eines zweiten Theiles seiner Schrift zu machen. Wir wünschen sehr eine Fortsetzung seiner fleifsigen und erfolgreichen Arbeit.

*F. H.*

---

## IX. *Neue Untersuchungen über die Endosmose und Exosmose.*

Die Erscheinungen, welche sich zeigen, wenn zwei verschiedene Flüssigkeiten durch einen porösen Körper getrennt sind, so wie die ähnlichen, welche Gasarten bei Aufbewahrung in gesprungenen Gläsern darbieten, werden den Lesern ohne Zweifel aus den im Bd. 84. S. 124., Bd. 86. S. 153. 481. und Bd. 87. S. 126. 134. 138. mitgetheilten Aufsätzen noch gegenwärtig seyn. Wie man aus denselben ersehen hat, sind die HH. Döbereiner, Magnus, Poisson und Fischer der Meinung, dafs diese Erscheinungen von der Capillarität bedingt werden; während Hr. Dutrochet dieselben als Wirkungen der Elektricität betrachtet, und zugleich die beiden Ströme, welche durch die poröse Scheidewand von jeder der beiden Flüssigkeiten zu der andern übergehen, mit den Namen Endosmose und Exosmose belegt. In den *Ann. de*

*chim. et de physiq. T. XXXVII. p.* 191. bringt derselbe mehrere neue Thatsachen bei, durch welche er die Richtigkeit seiner Ansicht für vollends bewiesen ansieht; namentlich sind es folgende zwei, auf die er das meiste Gewicht zu legen scheint.

1) Flüssigkeiten, wie Wasser, Alkohol und mehrere andere, erheben heifs sich weniger in Haarröhrchen, als kalt. Temperaturerhöhung schwächt also die Haarröhrchenkraft. Die Endosmose dagegen, wie Hr. D. durch oftmalige Versuche gefunden, nimmt mit der Temperatur an Stärke zu.

2) Füllt man eine, am unteren Ende durch eine organische Membrane verschlossene Glasröhre mit destillirtem Wasser, und stellt sie in ein Gefäfs, welches gleichfalls destillirtes Wasser enthält; so wird, wenn man das Wasser in der Röhre mit dem negativen Pol einer Voltaschen Säule und das in dem Gefäfse mit dem positiven Pole verbindet, ein Steigen in der Röhre, oder, wie Hr. D. sich ausdrückt, eine Endosmose statt finden *).

*) Unter einer etwas andern Form wurde dieser Versuch schon im J. 1816 von Hrn. Porret jun. angestellt. Hr. P. schnitt nämlich einen kleinen Glashafen der Länge nach durch, spannte über den Schnitt der einen Hälfte eine Blase aus und kittete nun beide Hälften wiederum zusammen, so dafs das Gefäfs durch die Blase in zwei Zellen getheilt war. Als er nun Wasser in beide Zellen gofs, und diese mit den Polen eines Trogapparats in Verbindung setzte, fand er, dafs das Wasser in der negativen Zelle stieg, selbst über das Niveau in der positiven Zelle, ohne dafs dadurch die Wasserzersetzung an den Drähten gehindert wurde. Der Erfolg war der nämliche, als er, statt der thierischen Blase, ein Stück Papier nahm, welches, nach der Angabe des Dr. Wilson, erst mit Eiweifs bestrichen, und dann in heifses Wasser gesteckt worden war. Hr. P. wirft auch die Frage auf, ob wohl diese „elektrische Filtration" in Verein mit den elektro-chemischen Wirkungen einen Einfluſs in den Poren und Gefäfsen des thierischen Organismus ausüben könnte (*Ann. of Philos. T. VIII. p.* 74.). — Es mag übrigens einer weitern, mit Umsicht geleiteten Untersuchung überlassen bleiben, zu entscheiden, in wie-

Dieſs möchten wohl die stärksten Gründe seyn, welche Hr. D. für seine Meinung beigebracht hat. Eine dritte Thatsache, die er gleichfalls für dieselbe gebraucht, nämlich, daſs Platten von porösen Sand- oder Kalkstein sich unwirksam bei diesen Erscheinungen erweisen, während Platten von weiſsen gebrannten Thon nach Art der thierischen Blase wirken, kann wohl nicht im Ernste als Beweis zugelassen werden, daſs man es hier mit Elektricität und nicht mit Capillarität zu thun habe.

In dem übrigen Theil seines Aufsatzes setzt Hr. D. aus einander, daſs es in Bezug auf diese Erscheinungen *wirksame* und *unwirksame* Körper giebt, und dieſs nicht nur unter den Flüssigkeiten, sondern auch unter den starren Körpern, die als Scheidewand zwischen den Flüssigkeiten gebraucht werden. Soll eine Endosmose oder ein Steigen in der Röhre statt finden, so müssen beide Flüssigkeiten nebst der Scheidewand zwischen ihnen zu den wirksamen Körpern gehören; die Erscheinung tritt nicht ein, sobald nur eins der Elemente *unwirksam* ist.

Zu den *unwirksamen* Flüssigkeiten gehört nach Hrn. D. die Schwefelsäure. Bringt man sie, in verdünntem Zustande, in ein unten durch Blase verschlossenes Glasrohr, und stellt dieſs Rohr in ein Gefäſs mit reinem Wasser, so sinkt die Säure; allein dieſs Sinken ist nur eine mechanische Filtration, in Folge des höheren Niveaus der Säure; denn umgekehrt fällt auch das Wasser, wenn man dieses in das Rohr und die Säure in das Gefäſs bringt*). Bei

fern Hrn. D. Meinung richtig oder irrig sey. Mir scheint dieselbe durch die hier angeführten Thatsachen noch nicht erwiesen; denn was namentlich die Erscheinung bei der Voltaschen Säule betrifft, so könnte dieselbe wohl eine secundäre Wirkung der Elektricität seyn, woran die Elektricität an sich keinen Antheil hätte. *P.*

*) Um das Sinken oder Steigen einer Flüssigkeit sichtbarer zu machen, erweitert Hr. D. den untern Theil der Röhre, um wel-

einer wirklichen Exosmose, wie man z. B. mit einer verdünnten Gummilösung erhält, wenn sie im Rohre und eine concentrirte Gummilösung im Gefäfs enthalten ist, geht das Sinken bis unter das Niveau der äufseren Flüssigkeit, und bei Umkehrung des Versuchs, wenn man die concentrirte Lösung in das Rohr bringt, findet in diesem ein Steigen statt. Jene Unwirksamkeit theilt übrigens die Schwefelsäure durch ihre Beimischung auch andern Flüssigkeiten mit. Gummilösung, die in einem mit Blase verschlossenen und im Wasser stehenden Rohre ansehnlich steigt, fällt dagegen, wenn ihr Schwefelsäure beigemischt worden ist.

Nicht alle Säuren sind jedoch unwirksam. Essig, Salpetersäure und vorzüglich Chlorwasserstoffsäure steigen in einem mit Blase zugebundenen Rohre, wenn sich aufserhalb Wasser befindet.

Zu den *unwirksamen*, starren Körpern gehören, wie schon gesagt, Platten von porösem Sand- oder Kalkstein. Weder für sich, als Scheidewand zwischen ungleichartigen Flüssigkeiten gebraucht, noch unter dem Einflufs der Voltaschen Säule, als Scheidewand zwischen gleichartigen Flüssigkeiten, verhalten sie sich der thierischen Blase gleich. Dagegen sind, nach Hrn. D., Platten von weifsem gebrannten Thon sehr wirksam. Als derselbe nämlich, bei dem vorhin erwähnten Versuche mit der Voltaschen Säule, eine solche Platte von 9 Millimeter Dicke anwandte, stieg das Wasser am negativen Pole sehr rasch und so lange, als die Wirkung der Säule anhielt. Auch ohne die Säule, mit heterogenen Flüssigkeiten, bekam Hr. D. mittelst einer solchen Thonplatte, von 1 Centimeter Dicke, eine sehr starke Endosmose.

Durch diese Erfahrungen belehrt, widerruft Hr. D. seine frühere Aussage, als sey aufserordentliche Dünn-

chen die Blase gebunden wird, sehr beträchtlich, und versieht den obern Theil mit einer Skale. Diefs trichterförmige Instrument nennt Hr. D. ein Endosmometer.

heit der Scheidewand eine unumgänglich nothwendige Bedingung zum Auftreten dieser Erscheinungen. Er zeigt es an mehreren Beispielen, dafs zwar das Steigen um so schwächer ist, je dicker man die Scheidewand nimmt, dafs aber die chemische Natur dieser und der Flüssigkeiten von weit gröfserem Einflufs hiebei ist.

Diefs wird gewissermafsen auch dadurch bestätigt, dafs, wie Hr. D. gefunden, wirksame Körper unwirksam werden können, thierische Membranen der Flüssigkeiten z. B. dann, wenn sie in Fäulnifs gerathen.

Endlich stellt noch Hr. D. als allgemeines Erfahrungsgesetz auf, dafs alle wirksamen, mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten, sowohl die organischen wie die sogenannten chemischen, wenn sie durch eine durchdringliche Scheidewand vom Wasser getrennt sind, sich als Flüssigkeiten, die dichter als Wasser sind, verhalten, d. h. dafs sie alle eine Endosmose hervorbringen oder in dem Rohre steigen. Ueberdiefs nimmt er an, dafs die elektrischen Actionen, durch welche nach ihm diese Erscheinungen bewirkt werden, im Innern der als Scheidewand dienenden porösen Substanz ihren Sitz haben, und dafs sie deshalb nicht am Galvanometer sichtbar sind. Diese Capillar- oder Intracapillar-Elektricität, wie Hr. D. sie nennt, bringen die capillaren Räume auf zweierlei Art hervor: 1) durch Wirkung der beiden Pole einer Voltaschen Säule auf die gegenüberliegenden Seiten einer *wirksamen* Scheidewand, und 2) durch die Berührung zweier heterogenen *wirksamen* Flüssigkeiten mit den beiden Seiten einer solchen Scheidewand. Durch den Contact der Flüssigkeiten mit dem starren Körper wird diesem der capillar-elektrische Zustand mitgetheilt, und der so capillar-elektrisirte Körper ertheilt den Flüssigkeiten die Impulsion.

## X. *Ueber die magnetischen Actionen, die unter dem Einflusse sehr starker Magnetstäbe in allen Körpern erregt werden;*

*von Hrn. Becquerel.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. XXXVI. p.* 337.)

Die Untersuchung, mit welcher sich der Hr. Verfasser in diesem Aufsatz beschäftigt, betrifft jenen magnetischen Zustand, der von ihm selbst vor einigen Jahren an Eisenoxyd und Eisenfeilspähnen im Kreise der geschlossenen Kette beobachtet (d. Ann. Bd. 84. S. 367.), späterhin von Hrn. Prof. Muncke an Messingnadeln zwischen den Polen starker Magnetstäbe aufgefunden (d. Ann. Bd. 82. S. 361.), und neuerlich von Hrn. Dr. Seebeck unter gleichen Umständen an einer beträchtlichen Anzahl von Körpern nachgewiesen worden ist (d. Ann. Bd. 86. S. 203.).

Aus der Abhandlung des Letzteren geht hervor, dafs Körper, welche, wie z. B. eisen- und nickelhaltige Legirungen, dieses Zustandes fähig sind, nicht longitudinal magnetisirt werden, wie Eisen und Stahl, sondern *transversal*, gleichsam als wären die einzelnen magnetisch gewordenen Theilchen beweglich und durch den Magnetstab in die Richtung gedreht, welche eine Magnetnadel für sich annehmen würde. Dasselbe zu erweisen, ist die Absicht des Hrn. Becquerel in diesem Aufsatz.

Zu dem Ende vergleicht er die Lage, welche der Mittelpunkt einer Nadel von magnetisirtem Stahl oder weichem Eisen gegen einen kräftigen Magnetstab haben mufs, damit sie sich senkrecht gegen dessen Axe richte, mit der Stellung, welche unter ähnlichen Umständen eine mit Eisenoxyd gefüllte Patrone oder eine Nadel von Holz oder Schellack gegen einen Magnetstab annimmt. Und dieser Vergleich führt auch ihn zu dem Schlufs, dafs die

Magnetisirung, welche Eisen- und Stahlnadeln durch den Einfluſs starker Magnetstäbe erleiden, darin wesentlich von der, welche schwach magnetisirbare Körper annehmen, verschieden ist, daſs jene nach der Länge, diese nach der Breite polarisch werden.

Die Verschiedenheit rührt nach ihm daher, daſs in den Körpern, die, wie Eisenoxyd, nur eines schwachen Magnetismus fähig sind, die Reaction des Körpers auf sich selbst unmerklich, dagegen die Einwirkung des Magnetstabes sehr überwiegend ist. Doch reicht nach ihm dieser Satz allein nicht aus, um die verschiedenen Stellungen, die ein solcher Körper in der Nähe eines Magnetstabes annimmt, völlig zu erklären, und er verspricht daher diesen Gegenstand durch fernere Untersuchungen weiter aufzuhellen. Von den Einzelnheiten der gegenwärtigen Arbeit mag hier folgendes ausgehoben seyn.

Soll eine Nadel magnetisirten Stahls oder Eisens sich gegen einen in ihrer Ebene liegenden Magnetstab senkrecht stellen, so ist dazu erforderlich, daſs die gleichnamigen Pole einander genähert werden, bis zu einer gewissen Entfernung des Mittelpunkts der Nadel vom Stabe, die von dem gemeinschaftlichen Einfluſs der Pole des Stabes und der Erde auf die Magnetnadel abhängig ist. Papierröhren dagegen, die mit Eisenoxyd oder einem Gemenge aus 1 Th. von diesem und 3 Th. Magneteisenstein gefüllt sind, stellen sich vor jedem der Pole des Stabes und dicht vor demselben senkrecht gegen ihn. Dasselbe ist auch der Fall mit einer Nadel von Holz oder Schellack, die man zwischen die ungleichnamigen Pole zweier starken Magnete gebracht hat. Sogar vor dem Pole eines einzigen Magnetstabes stellt sich eine Holznadel senkrecht, wenn sie ihm sehr nahe gebracht ist.

Die mit dem Gemenge von Magneteisenstein gefüllte Röhre oscillirt sogar, wenn man sie aus der von ihr angenommenen Lage bringt. Führt man längs derselben eine kleine Magnetnadel hin, so findet man, daſs sie

ihrer ganzen Länge nach auf der einen Seite den entgegengesetzten Magnetismus von dem Pole des Stabes besitzt. Dieſs Gemenge ist also bleibend eines solchen Magnetismus fähig. Eisenoxyd, aus salpetersaurem Eisenoxyd bereitet, das für sich sehr wenig magnetisirbar ist, erhält schon durch eine Beimischung von $\frac{1}{20}$ Magneteisenstein die Eigenschaft, in der Nachbarschaft eines Poles Schwingungen zu machen. Magneteisenstein für sich wirkt wie eine Magnetnadel.

Für eine Magnetnadel, die in der durch einen horizontalen Magnetstab gehenden Verticalebene herumgeführt wird, giebt es für jede Höhe ihres Mittelpunktes über dem Stab immer einen Horizontalabstand von dessen Polen, bei dem sich dieselbe gegen die Axe des Stabes senkrecht stellt. Die Stellungen, die unter gleichen Bedingungen eine mit Eisenoxyd oder einem Gemenge von diesem und Magneteisenstein gefüllte Papierröhre, oder eine Nadel von Holz annehmen, sind von denen der Magnetnadel verschieden, und nähern sich im Allgemeinen dem Parallelismus mit der Axe des Stabes. Doch hat Hr. B. bei der mit dem Gemenge gefüllten Röhre bei einer gewissen Lage desselben eine Ablenkung von 82° erhalten, und er hofft mit starken Magnetstäben selbst mit Eisenoxyd unter diesen Umständen eine senkrechte Stellung zu bekommen.

---

## XI. *Bemerkungen über Weinöl, Oxaläther und Kohlenwasserstoff; von Hrn. Sérullas.*

(*Journ. de chim. médicale Ann. IV. p.* 207.) *).

Dieser Chemiker hat unter dem 31. März 1828 ein Schreiben an die Academie der Wissenschaften zu Paris ab-

*) Diese vorläufigen Nachrichten dienen zum Theil zur Bestätigung dessen, was ich am Schlusse der Abhandlung der HH. Dumas und Boullay, S. 107. dies. Bandes, bemerkt habe. *P.*

abgesandt, worin er dieselbe von den Resultaten seiner Arbeiten über das Weinöl, den Oxaläther und den Kohlenwasserstoff in Kenntnifs setzt. Folgendes sind die Hauptresultate dieser Arbeit.

1. Durch die Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohol habe ich eine Flüssigkeit erhalten, die dadurch merkwürdig ist, dafs sie nach Reinigung und Austrocknung eine schöne grüne Farbe annimmt.

2. Diese Flüssigkeit, welche von Allen bei der Bereitung des Aethers gesehen, aber, mit Ausnahme des Hrn. Hennell, der sie, unter dem Namen Weinöl, sehr wahrscheinlich im Zustande der Unreinheit untersucht hat, ihrer Natur nach verkannt worden ist, besteht, wie auch dieser Chemiker angegeben hat, aus Schwefelsäure und Kohlenwasserstoffgas (neutralem schwefelsauren Kohlenwasserstoff), und hält sich ohne Veränderung unter den Umständen, die ich angeben werde.

3. Dieser Körper kann unter Umständen, die ich nach Belieben hervorbringe, in sauren schwefelsauren Kohlenwasserstoff (Schwefelweinsäure) und in leichtes Oel (Weinöl) zerfallen. Das letztere ist fähig eine krystallinische, aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehende Substanz (starren Kohlenwasserstoff) zu bilden, die bei 110° C. schmilzt, sich bei 150° verflüchtigt, in langen durchsichtigen Prismen krystallisirt, in Aether löslich ist u. s. w.

4. Das saure Sulfat zerfällt auch gänzlich in Schwefelsäure und leichtes Oel, ohne Entwicklung von schwefliger Säure.

5. Der Oxaläther, nach dem von den HH. Dumas und Boullay in ihrer letzten Abhandlung (S. 436. dies. Bd.) gegebenen Verfahren bereitet, enthält eine gewisse Menge dieser aus Schwefelsäure und Kohlenwasserstoff bestehenden Verbindung, welche durch Sieden und Destilliren über einen Ueberschufs von Bleiglätte nicht gänzlich fortgenommen wird.

6. Der Kohlenwasserstoff ist, was man, wie ich glaube, noch nicht angegeben hat, in Alkohol löslich; dieser absorbirt davon $1\frac{1}{4}$ seines Volumens *). Man kann ihn unverändert daraus abscheiden, entweder durch Erwärmung oder augenblicklich durch Schütteln mit einem gleichen Volumen Wasser.

---

## XII. *Ueber die Reduction des Arseniks aus Schwefelarsenik bei gerichtlich chemischen Untersuchungen.*

Bei gerichtlich chemischen Prüfungen einer Substanz auf ihren etwaigen Arsenikgehalt, sagt Berzelius in seinem 8. Jahresberichte S. 125. des Originals, ist bekanntlich die Fällung mit Schwefelwasserstoffgas aus einer sauren Flüssigkeit das leichteste Mittel, um Arsenik von thierischen Stoffen abzuscheiden. Schon im Jahresberichte für 1825 habe ich gezeigt, wie man das Arsenik aus dem Schwefelarsenik darstellen kann; allein da diese Methode noch mit einigen Umständlichkeiten verknüpft war, so habe ich im Jahresberichte für 1826 noch eine weit einfachere angeführt, welche darin besteht, dafs man das Schwefelarsenik in Dampfgestalt über einen dünnen glühenden Eisendraht streichen läfst **). Dieser Versuch hat indefs das Mifsliche, dafs es von ganz unbedeutenden Umständen abhängt, ob das Arsenik ausgeschieden wird oder mit dem Schwefeleisen verbunden bleibt, und da

*) Muthmafslich ist hier mit Kohlenwasserstoff das leichte Weinöl gemeint. Die Absorption des ölbildenden Gases hat schon Th. Saussure bestimmt. Nach ihm nehmen 100 Vol. Alkohol von 0,84 spec. Gew. bei 18° C. 127 Vol. von diesem Gase auf (dies. Ann. Bd. 47. S. 167.). *P.*

**) Eine dritte, späterhin von Berzelius angewandte, Methode ist den Lesern S. 159. dieses Bandes mitgetheilt, wo man auch die Nachweisung zu den beiden frühern findet. *P.*

man diese Umstände nicht in seiner Gewalt hat, so mifsglückt die Probe oft, indem alles vom Eisen absorbirt wird. Zwar kann man dann die Gegenwart des Arseniks dadurch entdecken, dafs man den Stahldraht herausnimmt und an offner Luft erhitzt, wo sich dann der Arsenikgeruch zu erkennen giebt; allein auch dieses kann unsicher werden.

Ich habe deshalb eine Menge Versuche gemacht, um zu finden, wie man auf eine sichere Art das Arsenik unmittelbar und ohne Verlust aus dem Schwefelarsenik reduciren könne, und bin endlich auf folgende Weise zum Ziele gelangt.

In eine Röhre, die an einem Ende zur Dicke einer Stricknadel ausgezogen und an beiden Enden offen ist, bringe man das Schwefelarsenik, nachdem man es, wie gewöhnlich bei Löthrohrproben, mit einem Ueberschufs von kohlensaurem Natron und etwas Wasser zusammengeknetet hat. Da es schwierig ist, dasselbe in der Röhre auf die rechte Stelle zu bringen, so streiche man die feuchte Masse von der Messerspitze, mittelst welcher das Mischen geschehen ist, auf ein kleines Stück einer ausgezogenen Glasröhre, und schiebe dieses in die gröfsere Röhre, bis auf einen Zoll von deren ausgezogenem Ende. Nun erhitze man sie daselbst, so dafs das Schwefelarsenik mit dem Natronsalz zusammenschmilzt. Hierauf leite man einen schwachen Strom von zuvor über Chlorcalcium gegangenem Wasserstoff in die Röhre, und erhitze, sobald die Luft ausgetrieben ist, das arsenikschwefflige Salz bis zum vollen Glühen, mittelst der Flamme einer Weingeistlampe, welche man noch gegen das Ende mit dem Löthrohre verstärken kann. Das Arsenik wird vom Wasserstoff reducirt (was wasserstoffschwefliges Schwefelnatrium giebt), und in dem kalten Theile der Röhre abgesetzt, woraus es dann allmälig mittelst der Flamme, unter Gasentwicklung, in den verengerten Theil der Röhre getrieben werden kann, wo es spiegelnd wird. Auf diese

Weise kann das Arsenik metallisch und deutlich erkennbar aus einem unwägbaren Krümchen Schwefelarsenik dargestellt werden.

Es versteht sich von selbst, dafs der Wasserstoffgasstrom recht gemäfsigt gehen mufs, und dafs sowohl die Schwefelsäure, als auch das Zink kein Arsenik enthalten darf. Am sichersten ist es, destillirte Schwefelsäure oder reine Salzsäure und Eisen zur Entwicklung des Gases anzuwenden.

---

## XIII. *Vereinfachte Bereitungsart der phosphorichten Säure; von Hrn. Droquet.*

(Auszug aus dem *Journ. de chim. médic. Année IV. p.* 220.)

Die gebräuchliche Darstellungsart dieser Säure besteht darin, dafs man erst Chlorphosphor im Minimum bereitet und diesen dann in Wasser bringt, wobei durch doppelte Zersetzung Chlorwasserstoffsäure und phosphorichte Säure gebildet werden. Das neue Verfahren vereinigt beide Operationen in eine, und erlaubt daher, nach Hrn. D., eine beträchtliche Menge der Säure mit verhältnifsmäfsig geringen Kosten zu bereiten. Es ist nachstehendes.

Man nehme ein 12 bis 15 Zoll langes und 9 bis 12 Linien im Durchmesser haltendes Glasrohr oder Setzglas (*éprouvette à pied*), fülle den vierten oder fünften Theil desselben mit Phosphor, und das Uebrige mit destillirtem Wasser, worauf man das Ganze so weit erwärmt, dafs der Phosphor schmilzt. Nun leite man Chlorgas in den Apparat und zwar durch ein Rohr, welches bis zum Boden des flüssigen Phosphors reicht. Diese Bedingung ist unumgänglich, damit das Chlor nicht mit zu wenig Phosphor in Berührung komme und dadurch Chlorphosphor in Maximo bilde, denn alsdann entsteht durch dessen Zersetzung Phosphorsäure. Auch mufs man sorgfältig

alle Luft aus dem Gefäfse entfernen, damit der erhitzte Phosphor mit dieser keine Phosphorsäure bilde. Mit Beachtung dieser Vorsichtsmafsregeln, läfst man nun das Chlorgas in einem mäfsigen Strome so lange hineinstreichen, bis die Gasblasen aufhören sich in der Flüssigkeit zu lösen. Diefs beweist, dafs das Wasser mit der Säure gesättigt ist und es sich nicht mehr zersetzen kann, folglich, dafs auch keine phosphorichte Säure mehr gebildet wird. Man hebt alsdann die Säure mit einem Stechheber ab, mufs aber darauf sehen, dafs der rückständige flüssige Phosphor nicht mit der Luft in Berührung kommt, weil er sich sonst entzündet. Will man die Operation fortsetzen, so bringt man auf's Neue die nöthige Menge Wasser und Phosphor in das Gefäfs, und verfährt wie vorhin. Das Einströmen des Chlorgases in den Phosphor ist übrigens mit Entwicklung von Licht und so vieler Wärme verbunden, dafs der Phosphor dadurch flüssig bleibt.

Um die erhaltene phosphorichte Säure von der beigemischten Chlorwasserstoffsäure zu befreien, kann man sie entweder einsieden, bis sie die Lösung des salpetersauren Silberoxyds nicht mehr trübt, oder auch im Vacuo der Luftpumpe über einer concentrirten Lauge von Aetzkali stehen lassen. Das letzte Verfahren ist nach Hrn. D. vorzuziehen, weil man dabei nicht zu befürchten braucht, dafs sich die Säure zersetzt.

---

## XIV. *Verfahren um rothe und weifse Purpursäure zugleich zu erhalten;*
## *von Hrn. Quesneville d. J.*

(*Journ. de chim. médical. Ann. IV. p.* 225.)

Wenn man Harnsäure mit Salpetersäure behandelt, so bildet sich eine eigenthümliche Säure, die nach einander

von Brugnatelli, Prout und Vauquelin untersucht worden ist.

Prout hat sie nur in Verbindung mit einem Farbstoff gekannt, und Vauquelin ist der erste, welcher sie durch ein sinnreiches und leichtes Verfahren gänzlich von diesem, nach der Meinung des Dr. Prout, ihr wesentlichen Farbstoff befreit erhalten hat. Das Verfahren des Hrn. Quesneville dient den schönen Erfahrungen des Hrn. Vauquelin zur Bestätigung.

Sein Verfahren ist folgendes. Ich nehme, wie er sagt, einen grofsen Glaskolben, bringe einen Theil Harnsäure hinein, und gieſse nach und nach zwei Theile Salpetersäure von 34° B., verdünnt mit 2 Th. Wasser, hinzu. Ich halte den Kolben sorgfältig in Eis, damit die Lösung sich nicht erhitze, denn dann bildet sich oft Oxalsäure, wodurch die Operation verwickelt wird.

Nachdem die Lösung vollendet ist, sättige ich die Flüssigkeit mit Ammoniak, und fälle sie mit basisch essigsaurem Bleioxyd. Ich erhalte dadurch einen prächtig rosenrothen Niederschlag, den ich mit vielem kalten Wasser auswasche. Ich bringe ihn hierauf in destillirtes Wasser, und lasse einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hindurchstreichen. In dem Maafse als die Purpursäure sich abscheidet, nimmt die Flüssigkeit eine gesättigte, sehr schöne Rosenfarbe an, welche sich hält, sobald die Schwefelwasserstoffsäure nicht in Ueberschufs da ist. Wenn man also die Purpursäure mit ihrem Farbstoff vereinigt erhalten will, so mufs man dafür sorgen, dafs kein Ueberschufs von Schwefelwasserstoff hineinströmt. Will man sie aber weifs haben, so mufs man dagegen die Flüssigkeit mit demselben stark sättigen. Man filtrirt alsdann, um das Schwefelblei abzusondern, und dampft die filtrirte Flüssigkeit ab, die nur die Purpursäure enthält.

Mit ihrem Farbstoff vereinigt, ist diese Säure wenig löslich in Alkohol; sie erscheint als ein rosenrothes Pul-

ver, welches, wenn man es erhitzt, eine sehr intensiv rothe Farbe annimmt, beim Erkalten sie aber wieder verliert und nur ein blasses Rosenroth behält. Die weifse Säure, welche man auf diese Art erhält, besitzt alle Eigenschaften, welche Hr. Vauquelin an ihr aufgefunden hat. Sie ist löslicher in Alkohol, als die erstere, bildet mit Ammoniak ein weifses krystallisirtes Salz, schmilzt bei einer gelinden Wärme, und macht dann wie Fett Flecke auf Papier.

Die nach dem Verfahren des Hrn. Quesneville erhaltene Säure ist also, wie man sieht, identisch mit der aus dem purpursauren Kalk, allein dieſs Verfahren ist schneller auszuführen, und hat überdieſs den Vortheil, daſs es sowohl weifse als rothe Purpursäure und beide in gröfserer Menge giebt.

---

## Berichtigungen zum Mineralsysteme von Berzelius.

Seite 12. Zeile 1. lies: Eukairit statt Enkairit.
— 12. Z. 2. l. Selenblei-Quecksilber st. Selenkupfer-Quecksilber.
— 13. Z. 2. v. u. ist einzuschalten: Arsenichtschwefliges Schwefelnickel mit unterantimonichtschwefligem Schwefelnickel? *Nickelspiesglanzerz.*
— 15. Z. 15. v. u. ist einzuschalten: Kieselerde, *Quarz* . . . $\ddot{S}i$
— 16. Z. 14. heifst die Formel f. Neuntel-kieselsaures Manganoxyd . . . $\ddot{M}n^9\ddot{S}i$
— 17. Z. 10. heifst die Form. f. d. Cyanit . . . $\ddot{A}l^3\ddot{S}i$
— 17. Z. 16. heifst d. F. f. d. Apophyllit: $\dot{K}\ddot{S}i^2+8\dot{C}a\ddot{S}i+16\dot{H}$
— 17. Z. 18. heifst d. F. f. d. Mesotyp: $\dot{N}a\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+2\dot{H}$
— 18. Z. 10. heifst d. F. f. d. Feldspath: $\dot{K}\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i^3$
— 18. Z. 20. lies zwei drittel statt halb
— 19. Z. 16. heifst d. Formel f. d. Elaeolith $\left.\begin{matrix}\dot{K}^3\\ \dot{N}a^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i$
— 19. Z. 19. gehört die Form. $\dot{N}a^3\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i$ zum Nephelin
— 19. Z. 20. lies: Kalkerde statt Talkerde
— 20. Z. 18. l. zwei drittel st. halb

Seite 20. Zeile 25. lies zwei drittel statt halb

— 21. Z. 14. heifst d. Formel $\dot{C}a\ddot{S}i+\left.\begin{matrix}\dot{M}g^{1}\\ \dot{F}e^{3}\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}\ddot{S}i^{2}\\ \ddot{A}l^{3}\end{matrix}\right.$

— 21. Z. 25. v. u. lies: zwei drittel statt halb

— 22. Z. 5. l. silicat st. bisilicat

— 22. Z. 12. l. in der Formel $\ddot{A}l$ st. $\ddot{A}$

— 22. Z. 17. l. Kalkerde st. Talkerde

— 22. Z. 18. in der Formel $4\dot{F}e^{3}\ddot{S}i$ statt $4\dot{F}e\ddot{S}i$

— 24. Z. 5. in d. F. l. $+8[\dot{M}g^{3}\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i]$ statt $+[\dot{M}g\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i]$

— 24. Z. 6. heifst d. F. f. d. Broddbo-Granat $=\dot{F}e^{3}\ddot{S}i^{2}+\ddot{A}l\ddot{S}i+[\dot{M}g^{3}\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i]$

— 24. Z. 1. v. u. lies: Karpholith statt Karpolith

— 25. Z. 10. v. u. l. sechstel-kiesels. Ceroxydul st. sechstelkiesels. Uranoxydul

— 28. Z. 3. v. u. heifst d. Form. f. Rothbleierz $=\dot{P}b\ddot{C}h$

— 29. Z. 2. heifst d. F. f. d. Vauquelinit $=\dot{C}u^{3}\ddot{C}h+2\dot{P}b^{3}\ddot{C}h$

— 29. Z. 8. heifst d. F. f. d. Datolith $=\dot{C}a\ddot{\ddot{B}}o+\dot{C}a\ddot{S}i^{2}+\dot{H}$

— 31. nach Z. 10. v. u. ist einzuschalten: Halb-phosphorsaures Manganoxydul-Eisenoxydul . . . $\dot{M}n^{4}\ddot{P}+\dot{F}e^{4}\ddot{P}$

— 32. Z. 9. lies: $\dot{B}a^{3}\ddot{P}$ statt $\dot{B}a^{3}\ddot{P}$

— 32. Z. 7. v. u. fehlt für Gyps d. Formel $\dot{C}a\ddot{S}+2\dot{H}$

— 32. Z. 6. v. u. lies: $7\dot{H}$ statt $6\dot{H}$

— 33. Z. 5. l. $7\dot{H}$ st. $6\dot{H}$

— 33. nach Z. 6. ist einzuschalten: Rother Vitriol, *Botryogen* . . . $\dot{F}e^{3}\ddot{S}^{2}+3\dot{F}\ddot{S}^{2}+36\dot{H}$

— 33. nach Z. 11. ist einzuschalten: schwefelsaures Kupferoxyd, neutrales und basisches . . $\dot{C}u\ddot{S}+5\dot{H}$ und $\dot{C}u^{3}\ddot{S}$

— 33. Z. 21. in d. F. f. Ammoniakalaun l. $\dot{A}H^{3}\ddot{S}$ statt $AH^{3}\ddot{S}$

— 34. Z. 10. heifst d. F. f. d. Pyrosmalith $=\dot{F}e\dot{C}l^{3}+\ddot{F}e\dot{H}^{6}+4[\dot{F}e\ddot{S}i^{2}+\dot{M}n^{3}\ddot{S}i^{2}]$

— 34. Z. 1. v. u. heifst die Formel $\dot{P}b\dot{C}l+\dot{P}b\ddot{C}$

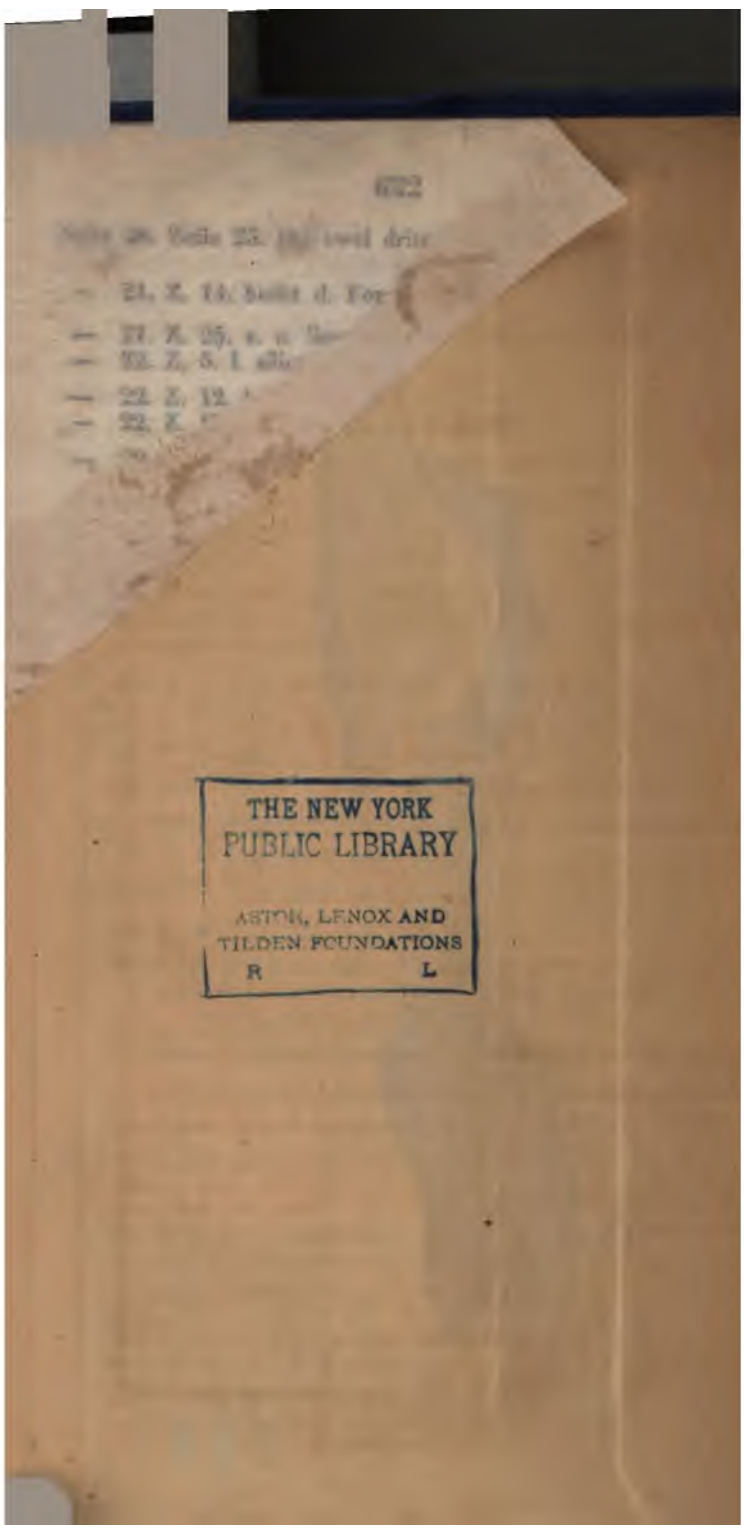
— 35. nach Z. 7. ist einzuschalten: Basisches Fluorcerium von Finbo, $\dot{C}eF^{3}+3\ddot{C}e\dot{H}$

— 35. Z. 14. in der Formel lies $\dot{M}n\dot{M}nF$ statt $\dot{M}n\dot{M}nF^{3}$

---

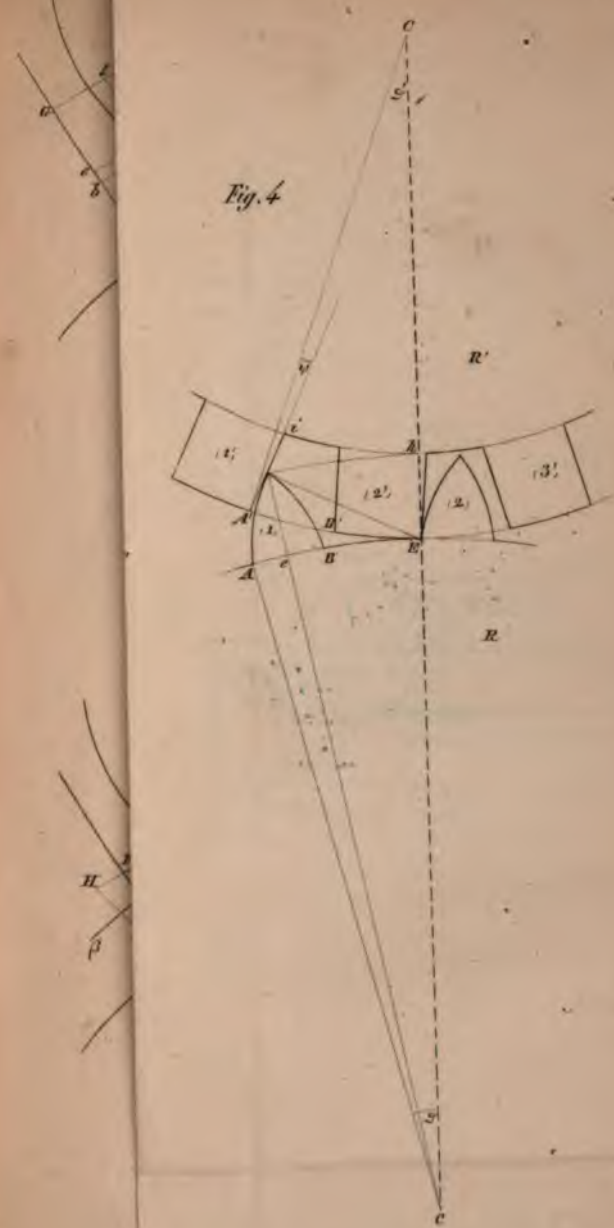
Im Aufsatze des Prof. Mitscherlich, S. 142. Z. 9. u. 13. lies *d* statt *P*

Geognostische Skizze von Java
Bantam
Batavia
Cheribon
Japara B.
Madura
Surabaya
Panankanan
Ann. d. Phys. u. Chem. 12 B. 4 St.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Taf. I

Fig. 4



THE NEW YORK
LIBRARY

AND
TIONS
L

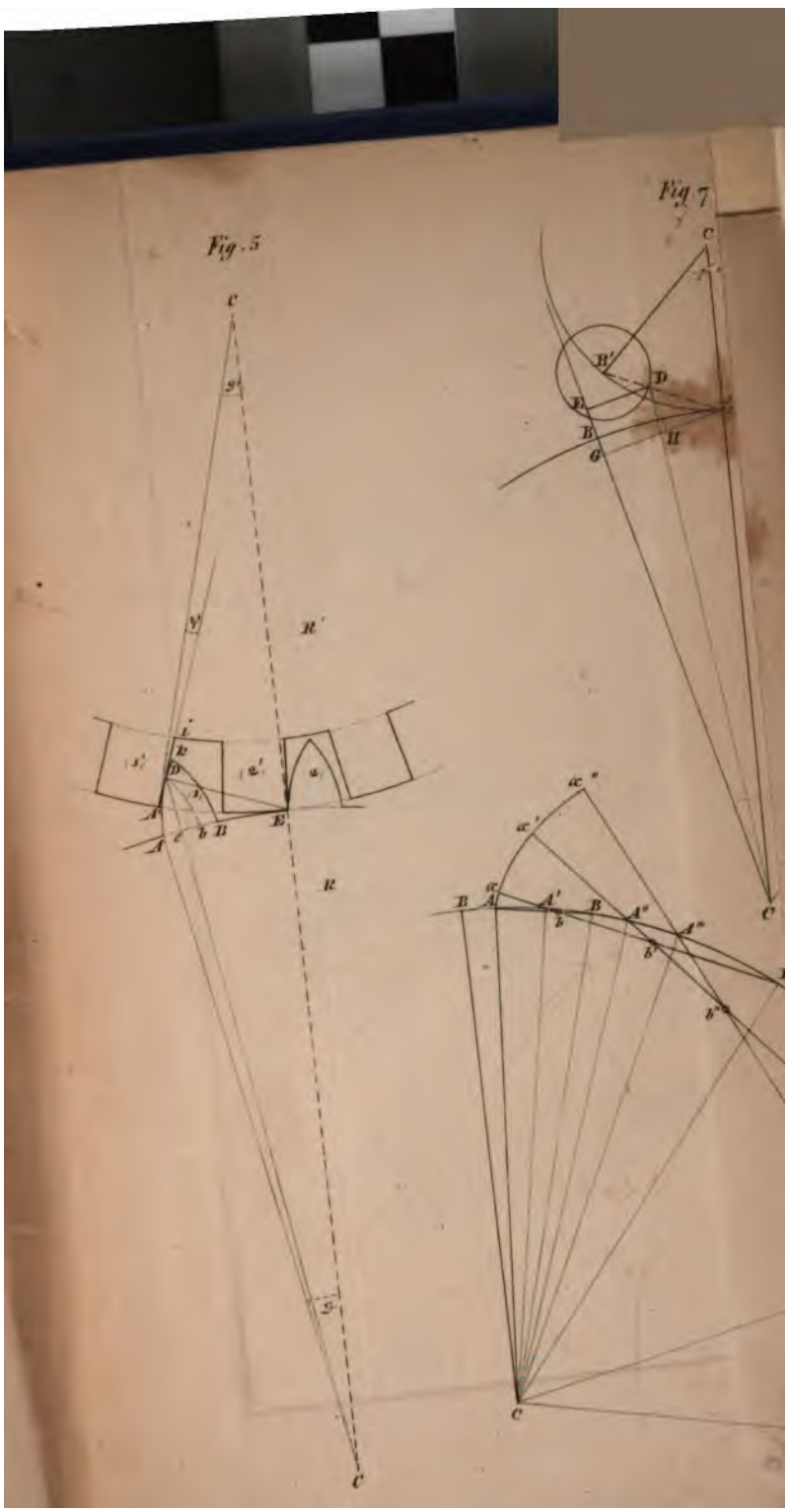
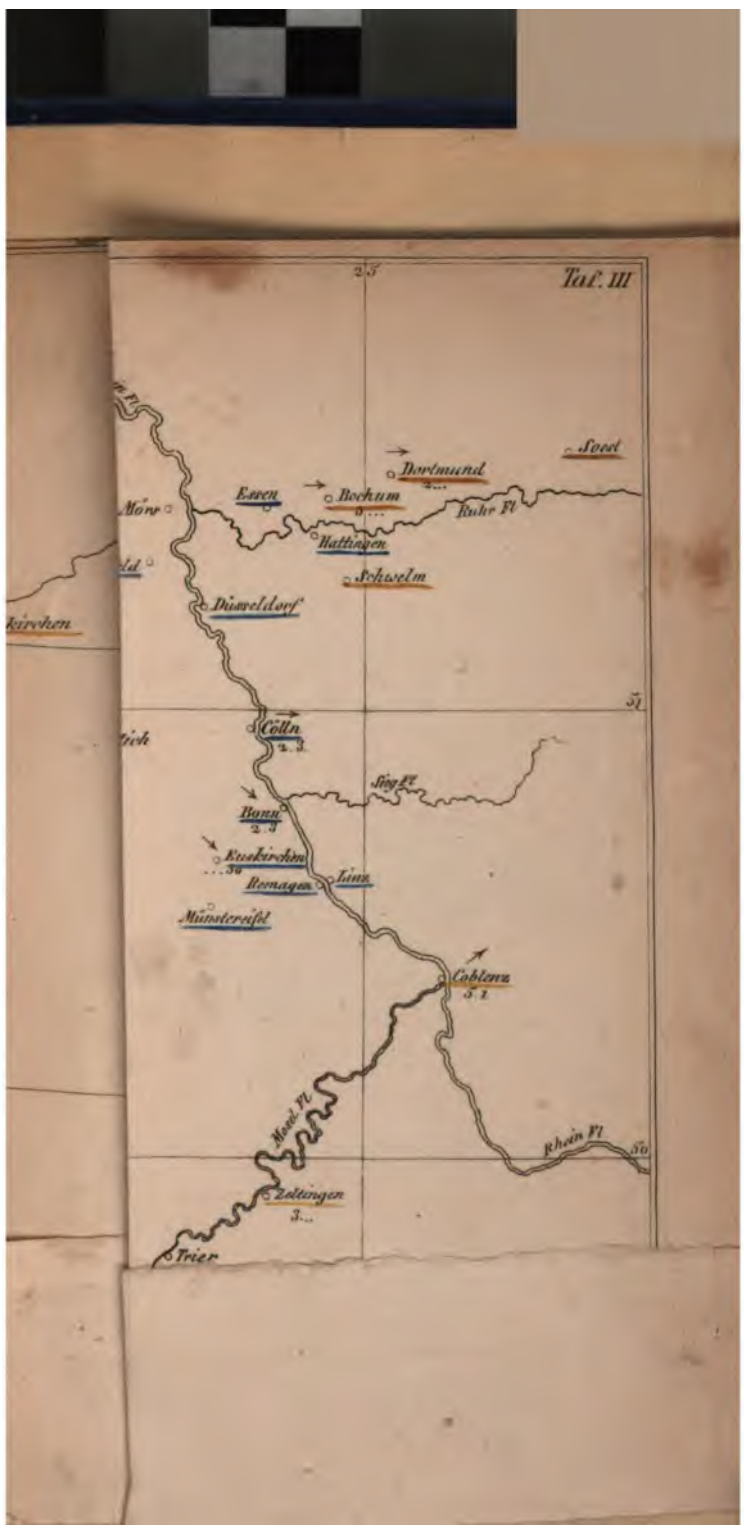
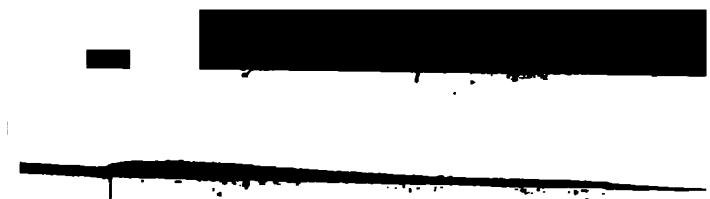


Fig. 5
Fig 7

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L


Taf. III
2.5
Soest
Dortmund
Essen
Bochum
Ruhr Fl
Hattingen
Schwelm
Düsseldorf
51
Cölln
Sieg Fl
Bonn
Neukirchen
Remagen
Linz
Münstereifel
Coblenz
Mosel Fl
Rhein Fl
50
Zeltingen
Trier

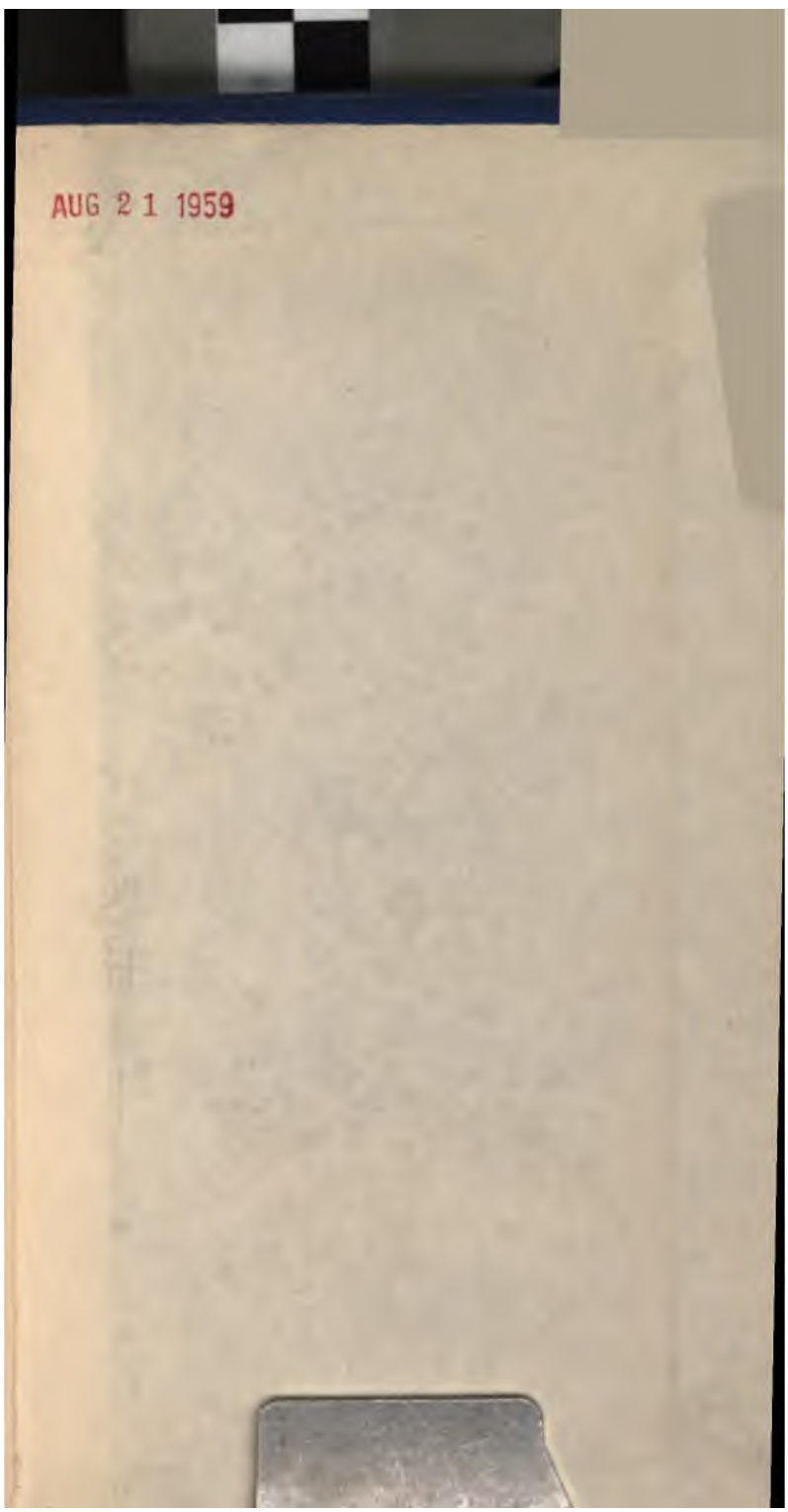


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L


AUG 2 1 1959